

आकाश की रंगीनियां

एस० चन्द एण्ड कम्पनी (प्रा०) लि०
रामनगर, नई दिल्ली-110055

एस० चन्द एण्ड कम्पनी (प्रा०) लि०
मुख्य कार्यालय : रामनगर, नई दिल्ली-110055
शोरूम : 4/16-बी, आसफ अली रोड, नई दिल्ली-110002

शाखाएँ :

अमीनाबाद पार्क, लखनऊ-226001	के० पी० सी० सी० विल्डिंग,
285/J, विपिन बिहारी गंगुली स्ट्रीट,	रेस कोर्स रोड, बगलोर-560009
कलकत्ता-700012	ब्लैकी हाउस,
सुल्तान बाजार, हैदराबाद-500195	103/5, बालचन्द हीराचन्द मार्ग,
3, गांधी सागर ईस्ट, नागपुर-440002	बम्बई-400001
खजाची रोड, पटना-800004	613-7, एम० जी० रोड, एर्नाकुलम
माई हीरा गेट, जालन्धर-144008	कोचीन-682035
152, अन्ना सलाए, मद्रास-600002	पान बाजार, गोहाटी-781001

एस० चन्द एण्ड कम्पनी (प्रा०) लि०, रामनगर, नई दिल्ली-110055 द्वारा
प्रकाशित एवं राजेन्द्र ग्वीन्द्र प्रिंटर्स (प्रा०) लि० रामनगर, नई दिल्ली-110055
द्वारा मुद्रित ।

विषय सूची

अध्याय	पृष्ठ
१ यह वायवीय प्रदेश	१
२. प्रारम्भ	७
३. आकाश की यह छत	१०
४. अद्यान्ति सागर	१६
५. क्षुब्ध आकाश	२३
६. आकाश की विद्युत्	३५
७. वायु के हानिकारक जन्तु	४३
८. आकाश की रंगीनिया	५४
९. आश्चर्यजनक तरंगें	६४
१० अनिश्चित मौसम	७४
११. योजनानुसार मौसम	८४
१२. जलवायु	९३
१३. दूषित वायु	१०५
१४. ऊपर का नया विश्व	११५



यह वायवीय प्रदेश

हमारी पृथ्वी एक गोला (ग्लोब) है जो व्यास में लगभग आठ हजार मील है। अन्दर से अर्थात् भूगर्भ एक गरम पिघला हुआ पदार्थ है। ऊपरी पृष्ठ कुछ दर्जन मील गहरी पपड़ी का बना है। यदि इसकी तुलना एक अण्डे से की जाए तो यह उस अण्डे के छिलके (खोल) से भी पतली होगी। इस पृथ्वी के पृष्ठ का तीन चौथाई भाग जल है। समुद्रों का सम्पूर्ण जल तथा जमीन ऊपर से वायु के समुद्र से ढके हैं, जिसे 'वायु-मण्डल' कहा जाता है।

इस वायवीय राज्य में हम बसते हैं, तथा कार्य करते हैं, जैसे कि मछलियाँ समुद्र में इधर-उधर घूमती हैं। हमारे कार्य इस वायुमण्डल पर आश्रित हैं और हमारा तथा अन्य प्रत्येक जीवित वस्तु का जीवन इसी पर निर्भर है। ये वस्तुएँ केवल वायु की उपस्थिति ही नहीं चाहती, अपितु इन्हे वायु द्वारा निर्मित कुछ विशेष अवस्थाओं की भी अशत आवश्यकता है, जिनमें प्राणी फल-फूल सकेँ तथा अपने-अपने कार्य सम्पादन कर सकें। यदि वायुमण्डल न होता, तो पृथ्वी पर जीवन न होता और मौसम, बादल तथा रंगविरंगी सन्ध्या के सुन्दर दृश्य नजर न आते। निस्तब्धता को भंग करने वाली आवाज न होती। सूर्य की तेज गरमी तथा अन्तरिक्ष की भीषण शीतलता से पृथ्वी जहाँ एक तरफ से भुन जाती, वही दूसरी तरफ जम जाती। इसके पृष्ठ पर उल्कापिण्डों की मार से दाग अर्थात् छोटे-छोटे गड्ढे पड़ गये होते।

जैसा कि हम जानते हैं कि वायुमण्डल पृथ्वी की सब वस्तुओं पर छा रहा है। चाहे हम गहरी से गहरी खान में उतर जायें या ऊँचे से ऊँचे पहाड़ पर चढ़ जायें, हम इसकी सत्ता अवश्य ही पाते हैं। ध्रुवों पर और भूमध्यरेखा पर भी वायुमण्डल ही छा रहा है। ऐसे बर्तन जोकि हमें खाली प्रतीत होते हैं वास्तव में वायुमण्डल से भरे हुए होते हैं, जब तक कि किसी निर्वात पम्प द्वारा सारी वायु निकाल कर उनका मुँह बन्द न कर दिया गया हो। हमारा समस्त वायुमण्डल उत्तरोत्तर विरल होता हुआ सैकड़ों मील तक ऊपर चला गया है। वहाँ भी वह निश्चित रूप से समाप्त नहीं हो जाता, अपितु उत्तरोत्तर क्षीण होता जाता है और निश्चित रूप से कोई ऐसा बिन्दु नहीं है जिस पर केवल शून्य दाब वाला अन्तरिक्ष हो।

कभी-कभी हम वायु को बिना भार के समझ लेते हैं। परन्तु हमारा यह वायु-मण्डल वास्तव में भाररहित नहीं है। यदि तीस फुट बर्ग की और तीस फुट ऊँची टंकी

की वायु तोली जाय तो उसका एक टन भार होगा। सब मिलाकर, इस पृथ्वी पर प्रत्येक निवासी के लिए पचास तास अरब टन वायु इस वायुमण्डल में है। अगर दबाकर इस्पात के घनत्व का कर दिया जाय तो एक ४६ इंच मोटी ऐसी प्लेट बनेगी जोकि सारी पृथ्वी पर मढ़ी जा सकेगी। पृथ्वी के प्रत्येक वर्ग इंच पृष्ठ पर का दाब, पन्द्रह पौण्ड के बराबर होता है। वायु की वह मात्रा जो हम अपने लिये फिरते हैं एक हजार पौण्ड से भी अधिक भार रखती है।

तथापि, हमारे शरीर पर दाब डालती हुई वायु केवल एक गतिहीन वस्तु है। वायु की अल्पमात्रा भी भारी सस्या में छोटे कणों की बनी होती है, जिन्हें अणु अथवा मीलीक्यूल कहते हैं। ये अणु वितक्षण गति से इधर-उधर उछल-कूद मचाते हैं एक-दूसरे से टकराकर पुथक् हो जाते हैं और पुनः टकरा खाते हैं। वायु के प्रत्येक घन इंच में लगभग चार सौ नब्बे अरब अरब अणु होते हैं, और हम सांस लेते वार लगभग दस हजार अरब अरब अणुओं की अपने शरीर में ले जाते हैं। साधारण तापक्रम पर एक औसत अणु जैट वायुयान की गति से चलता है। परन्तु वह अणु एक टेढ़मेढ़े मार्ग से चलता है और एक इंच के कुछ दस लाखवें भाग की दूरी को तय करके अपने समीपस्थ अणुओं से टकराता है। वास्तव में जिसे हम वायुमण्डल दाब कहते हैं वह केवल अणुओं की किसी पृष्ठ पर (जैसे कि हमारे हाथ की त्वचा पर) लगने वाली टक्करो का कुल योग होता है। इन टक्करो अथवा एककों का प्रभाव ही लगभग पन्द्रह पाउण्ड हमारे शरीर के प्रत्येक वर्ग इंच पर पड़ रहा है।

वायु के सब अणु समान नहीं होते। वास्तव में यह अदृश्य माध्यम विभिन्न प्रकार के तत्वों के अणुओं का एक मिश्रण है। इनमें से कुछ एक अणु प्रचुर संख्या में होते हैं और कुछ बहुत ही कम। इनमें से कुछ क्रियाशील होते हैं और दूसरे निष्क्रिय। कुछ पर्याप्त सांद्रता में विपैले होते हैं। कुछ-एक ऐसे हैं जोकि हमारे लिये आवश्यक होते हैं और शेष निरपेक्ष अथवा उदासीन रूप से वहाँ उपस्थित रहते हैं। हवाओं के चलने से अथवा अणुओं की विलक्षण गतियों के कारण किसी भी स्थान पर वायु लगभग वैसी ही है जैसी कि कहीं और किसी स्थान पर हो सकती है। जलवायुओं के सिवा जो अपेक्षाकृत कम अछतर प्रतिशत से कुछ ज्यादा भाग नाइट्रोजन नामक तत्व का होता है। ऑक्सीजन कुल का लगभग इक्कीस प्रतिशत होता है जब कि कार्बन डाइऑक्साइड, ऑर्गन, नियॉन, क्रिप्टोन, जिनॉन, हीलियम, रेडोन तथा कुछ अन्य तत्व, जोकि मानवीय क्रियाओं के कारण बनते हैं, कुल मिलाकर लगभग एक प्रतिशत भाग बनाते हैं।

अन्तहीन लगातार के चक्रों द्वारा पहली तीन गैसों—नाइट्रोजन, ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड—अस्थिर जैव संसार तथा अजैव प्रकृति की ठिकाऊ साम्यावस्था के बीच घूमती रहती हैं। विविध प्रक्रियाओं द्वारा ये एक शानदार सांकेदारी में शामिल होती हैं और इस प्रकार यह संसार का चक्कर चलता रहता है। सबसे अधिक पामा जाने वाला तत्व नाइट्रोजन, मनुष्य के लिए एक पहेली है। इसकी अधिकता के बावजूद

इसकी कमी अनुभव करते हैं। रासायनिक दृष्टि से निष्क्रिय-नाइट्रोजन, अन्य तत्वों के साथ विशेष अवस्थाओं में ही मिल पाती है। फिर भी इस ग्रह-पृथ्वी पर सब जैव-वस्तुएँ, जिनमें जीवधारि तथा वनस्पतियाँ भी सम्मिलित हैं, इसकी अपने भोजन में अपेक्षा रखती हैं। चूँकि इस तत्व की खाद्य पदार्थ में मिलाना बहुत कठिन होता है, इसलिए मनुष्य का मस्तिष्क एवं कठोर परिश्रम अपेक्षाकृत कम मात्रा में मिट्टी में बन्दीकृत इस तत्व की रक्षा करने में लगा है।

प्रकृति में नाइट्रोजन शक्तिशाली तड़ित् की सहायता से सक्रियता प्राप्त करता है तथा भूमि और जल में उपस्थित नन्हें जीवाणुओं द्वारा उसे बन्दी बनाया जाता है। बहुत ऊँचाई पर वायुमण्डल में तड़ित् की कुछ मात्रा नाइट्रोजन की ऑक्सीजन के साथ मिलती है जिससे नाइट्रोजन के ऑक्साइड यौगिक बनते हैं और जलवाष्पों की हाइड्रोजन के साथ नाइट्रोजन के मिलने से अमोनिया बनती है। ये यौगिक वर्षा द्वारा धुल कर भूमि पर आ गिरते हैं। इस प्रकार प्रति एकड़ भूमि के ऊपर एक से नौ पौण्ड तक ये यौगिक हर साल गिरते हैं। ये यौगिक भूमि की उपजाऊ शक्ति को बनाये रखने के महत्वपूर्ण स्रोत हैं। नन्हें जीवाणु, जिन्हें नाइट्रोजन स्थिरीकारक (नाइट्रोजन फिक्सर्स) और नाइट्रीकारक (नाइट्रोफायर) कहा जाता है, स्वतन्त्र नाइट्रोजन को जैव यौगिकों में बन्दी बनाते हैं। ये जैव यौगिक, जीवधारियों तथा वनस्पतियों के आहार के लिये उपयुक्त हैं। कुछ एक ऐसे जीव, जिन्हें डिनाइट्रीकारक (डिनाइट्रोफायर) कहते हैं, मृत जीवों को गलासड़ा देते हैं और उनमें उपस्थित नाइट्रोजन को वायु में फिर से छोड़ देते हैं। वायु से वह नाइट्रोजन फिर प्राप्त की जा सकती है।

नाइट्रोजन के विपरीत ऑक्सीजन एक बहुत ही सक्रिय गैस है। घातुओं पर जग लगाने की क्रिया का उत्तरदायित्व इसी पर है। चाकू से काटने के कुछ ही देर बाद सेव के अन्दर का भाग भूरा इसी कारण हो जाता है और जन्मदिन पर जलाई जाने वाली मोमबत्ती को यही जलाये रखती है। "जीवन की आग" को इसी के द्वारा जलता हुआ रखा जा सकता है। जिस प्रकार किसी स्टोव को जलाने के लिए ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है इसी प्रकार हमारे शरीर को ऑक्सीजन अवश्य लेनी होती है जिससे कि हमारे भोजन में उपस्थित कार्बन, हाइड्रोजन और नाइट्रोजन को पानी, यूरिया, तथा कार्बन डाइऑक्साइड में "जलाया" या परिवर्तित किया जा सके।

कार्बन डाइऑक्साइड की कहानी कुछ सीमा तक ऑक्सीजन की कहानी के विपरीत है। हरी वनस्पतियाँ सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में वायु में से कार्बन डाइऑक्साइड को लेती हैं और एक चामत्कारिक प्रक्रिया द्वारा, जिसे प्रकाश संश्लेषण (फोटोसिन्थेसिस) कहते हैं, ऑक्सीजन को छोड़ती हैं। इस क्रिया में कार्बन काष्ठ निर्माण में प्रयुक्त हो जाता है। जब वनस्पतियाँ गलती सड़ती हैं या जलाई जाती हैं तो कार्बन फिर कार्बन डाइऑक्साइड में बदल जाता है जोकि वायु में जा । अनुमानों से संकेत मिलता है कि वायवीय कार्बन डाइऑक्साइड के एक पूर्ण

से तीन वर्ष तक लग जाते हैं। ऑक्सीजन अधिक होने से जैव पदार्थों के संसार में अपना उपरोक्त चक्कर तीन हजार वर्षों में पूरा करती है। परन्तु कम त्रियाशील नाइट्रोजन इस सश्लेषण के जाल में बहुत देर में फँसती है, प्रायः दस करोड़ वर्षों में एक बार।

कार्बन डाइऑक्साइड ज्वालामुखी पहाड़ों की क्रिया द्वारा भी लगातार हवा में मिल रही है। इसी प्रकार से कुछ खनिजयुक्त स्रोतों से भी कार्बन डाइऑक्साइड हवा में मिलती रहती है। इसके अलावा जैव पदार्थों के गलने सड़ने, विभिन्न प्रकार के ईंधनों के ज्वलन से व मनुष्यों और अन्य जानवरों के दहन से भी कार्बन डाइऑक्साइड वायु में मिलती रहती है। इसी प्रकार हवा में से इसकी कुछ मात्रा कुछ चट्टानों द्वारा और समुद्र के पानी द्वारा निकाली भी जा रही है। इस समय वायु की अपेक्षा समुद्र में पचास गुना अधिक कार्बन डाइऑक्साइड घुलित अवस्था में है। वायु में इसकी मात्रा ०.०३ प्रतिशत के करीब होती है। गत अर्ध शताब्दी से कार्बन डाइऑक्साइड की उत्पत्ति ईंधन के ज्वलन से या अन्य औद्योगिक कार्यों द्वारा बढ़ गयी है इसलिये वायुमण्डल में कार्बन डाइऑक्साइड की कुछ अधिक मात्रा पायी जाती है। इसके परिणामस्वरूप कुछ वैज्ञानिकों को संसार का तापक्रम स्पष्ट रूप में बढ़ा हुआ प्रतीत होता है। इसका कारण यह है कि कार्बन डाइऑक्साइड भूमि पर आने वाली सूर्य की कुछ ऊर्जा को अपने में रोक लेती है, इससे वायुमण्डल का तापक्रम कुछ बढ़ जाता है।

अदृश्य गैसों अथवा वाष्पों के रूप में जल भूमि के आसपास के वायुमण्डल में सदा उपस्थित रहता है। इसकी मात्रा बदलती रहती है क्योंकि किसी भी तापक्रम पर वायु में जलवाष्प किसी निश्चित मात्रा तक ही रह सकते हैं, उससे अधिक नहीं। सामान्यतया जल की यह मात्रा केवल दस दिन की सप्ताई के लिए ही है इसलिए यदि समुद्र, नदी, नाली, झीलें इत्यादि के पृष्ठ पर से वाष्पीकरण होनास माप्त हो जाय तो सारी वनस्पतियाँ और जीव अर्थात् सम्पूर्ण जीवन शीघ्र ही प्यास के मारे समाप्त हो जायगा। जब वायुमण्डल का तापक्रम अधिक होता है, तो पानी के वाष्पों की अधिक मात्रा उसमें रहती है, विशेषकर उस अवस्था में जब कि पानी का कोई स्रोत समीप हो। परन्तु यदि तापक्रम गिर जाय तो वायु का जलीय बोझ अवश्य ही कम हो जायेगा। पृथक् हुआ यह जल वर्षा, ओले, बर्फ, ओस या कीहरे का रूप धारण कर लेता है। इस प्रकार से मौसम अधिकतर जलवाष्पों की मात्रा के उतार-चढ़ाव और उनकी गतिविधियों से बनता है।

सूर्य से प्राप्त होने वाले ताप तथा प्रकाश से हम भलीभाँति परिचित हैं। परन्तु इनके अतिरिक्त सूर्य कुछ अन्य विशेष प्रकार के विकिरण भी छोड़ता है। सूर्य के अल्ट्रा-वायलेट विकिरण का मनुष्य पर घातक प्रभाव होता, यदि वायुमण्डल एक निस्पन्दक (छन्ना) के रूप में काम न करता। इस निस्पन्दक (छन्ना) में से साधारणतया इतनी ही वे किरणें निकल पाती हैं जिससे मनुष्य के शरीर का सुन्दर रंग बना रहता है। यह वायुमण्डल एक ढाल का काम भी करता है और हमें ओलो, नन्हे उल्कापिण्डों, या भेदकर प्रवेश करने वाली प्राथमिक कास्मिक किरणों से बचाता है। वायु को एक

अन्य दृष्टि से भी देखा जा सकता है। यह हमारे लिए एक मुख्य प्राकृतिक स्रोत है। पत्थर का कोयला और पेट्रोलियम, जिन्हें हम भूमि से प्राप्त करते हैं, अधिकतर कार्बन ही है, जोकि आदिकाल में वनस्पतियों द्वारा वायु से खींचा किया गया था। यदि हम इन पदार्थों को वायु की ऑक्सीजन से न जला पाते तो इनका प्रयोग बन्द हो गया होता। इसी प्रकार से हम घात्विक लोहा, ताम्बा, जस्त या अन्य सामान्य धातुओं का निष्कर्षण न कर सकते यदि हमारे पास प्रगलन भट्टियों में जलाने के लिए वायवीय ऑक्सीजन न होती।

स्पष्ट है कि वायुमण्डल के कारण होने वाली अनेक घटनाओं के बिना हम जीवित नहीं रह सकते। यदि हम किसी भी तरह वायुमण्डल की अनुपस्थिति में रह सकने की कल्पना करें तो हम अपने चारों ओर के दृश्यों को एकदम बदला हुआ पाते। आसमान निरन्तर काला होता और पृथ्वी पर स्थित पदार्थ या तो सूर्य द्वारा बहुत तेजी से प्रदीप्त होते या काली छाया में छिपे रहते क्योंकि पृथ्वी का यह गैसीय खोल सूर्य के प्रकाश को इधर-उधर छितरा हमारे सामने तरह-तरह के दृश्य पैदा करता है, जैसे आसमान का गहरा नीला रंग, नये प्राण फूँकने वाले उपाकाल तथा सन्ध्याकाल, ध्रुवीय ज्योतिषा (आरोरा) तथा प्रकृति के अन्य भव्य दृश्य। वायुमण्डल की उपस्थिति के बिना भयानक शान्ति होती। वायु के नन्हें अणु आगे-पीछे फुदक कर चलते हुए और एक दूसरे के साथ लगने वाली टक्करों से तेजी पकड़ कर हमारे कान के पर्दों पर प्रहार करते हुए इस बात की घोषणा करते हैं कि वायु में गति पैदा हो गई है। वायु में गति पैदा करने वाली वस्तु चाहे वायुयान का प्रोपेलर हो, या चोट मारने वाला हथौड़ा हो, या वायुलिन की तार पर उत्पन्न हुआ कोई स्वर हो, ध्वनि के प्रसार का तन्त्र एक ही है।

आसमान के सौन्दर्य से कोई व्यक्ति आनन्द-विभोर होता हो, या न होता हो, किसी व्यक्ति की जीविका मौसम की अवस्थाओं पर निर्भर करती हो या न करती हो, या कोई व्यक्ति किसी बड़े शहर में रहता हो या न रहता हो किन्तु वह उसी तरह वायवीय घटनाओं से प्रभावित हुए बिना नहीं रह सकता, जैसे कि गुफा में रहने वाला आदमी। कार्य करने की हमारी क्षमता, भार उठाकर किसी हवाई जहाज के उड़ने की क्षमता और बेसबाल की गिरने के समय बकरेला बनाने की क्षमता, किसी भी गरम और आर्द्र दिन में तथा ठण्डे और शुष्क दिन में भिन्न भिन्न होगी। बहुत से स्थानों में वायु-प्रदूषण एक ऐसी समस्या है जिसके हल की जरूरत है, फिर भी गैसीय पदार्थों के नियन्त्रण के लिए बाध्य होने की पर्याप्त प्रेरणा जगने से पहले ही सम्भवतः यह स्थिति और बिगड़ जायेगी। वायुमण्डल जहाँ एक व्यावसायिक मार्ग है वहाँ वह युद्ध के लिए क्षतिग्रस्त तथा ऊर्ध्वाधर दिशाओं में एक अत्यन्त सम्भाव्य-चौड़ा संभावित युद्धस्थल भी है। भविष्य में सम्भवतः इसी युद्ध-स्थल में बहुत तीव्र गति वाली ऐसी मशीनों द्वारा युद्ध होगा, जिन्हें मानव भूमि पर बैठे-बैठे इसके स्थान पर यह वायुमण्डल ऐसे युद्ध का माध्यम भी बन सकेगा जिसमें

विभिन्न प्रकार की लड़ाई होगी। उस युद्ध में तात्कालिक भोज और विनाश तो नहीं होगा परन्तु जो नाश होगा उसमें पूर्ण रूप से सफाया हो जायेगा। अदृश्य रेडियो धर्मिता वायुमण्डल में इस तरह से फैल जायेगी कि आगे आने वाली सब सन्तानें राशन जैसी होगी। इसके फलस्वरूप अन्त में मनुष्य जाति ही समाप्त हो जायेगी। निर्गन्ध, नीरस और तुलनात्मक दृष्टि से सस्ती कुछ ऐसी गैसों ज्ञात हैं जो इतनी घातक हैं कि त्वचा के साथ उनका स्पर्श मात्र घातक है। ऐसे भी यौगिक बनाये गये हैं जोकि मौत के घाट तो नहीं उतारते परन्तु सदा के लिए रोगी बना देते हैं। और कुछ समय के लिए मनुष्य के अन्दर प्रतिरोध की शक्ति को समाप्त कर देते हैं। रोगों के ऐसे जीवाणु वायु द्वारा फैलाए जा सकते हैं जोकि मनुष्यों को समाप्त कर देंगे या लालों भेड़-बकरियों को मौत के घाट उतार देंगे। इससे मनुष्य को महान् हानि होगी और लोगों को मांस, ऊन और चमड़ा न मिल पायेगा। ऐसे बीजाणु (स्पोर्स) वायु द्वारा फैलाये जा सकते हैं जो गेहूँ, चावल, मक्का, ज्वार और राई का नाश करके मनुष्य के लिए आवश्यक रोटी का स्रोत ही समाप्त कर दें। यह भी सम्भव है कि आममान में उड़ते हुए एक बादल में से फसल को मुरझाने वाली, लोगों को रोगी बनाने वाली, पशुओं के लिए जहरीली या जल सफाई का प्रदूषण करने वाली, कोई हानिकारक वस्तु नीचे आ जाये।

इसके विपरीत एक सुखद बात यह है कि मौसम और ऋतु बदले जा सकेंगे। भविष्य में न केवल मौसम का पूर्वानुमान अधिक यथार्थ रूप में किया जा सकेगा अथवा कई प्रकार के मौसमों पर कृत्रिम रूप से नियन्त्रण भी संभव होगा एवं वर्षा की जा सकेगी, ओलों को रोका जा सकेगा, और भीषण तूफान को कम किया जा सकेगा। जब इस प्रकार के विकास को भलीभांति पूर्ण कर लिया जायेगा; तो आर्थिक, मनोरंजन यहाँ तक कि अन्तर्राष्ट्रीय विषयों पर भी इसका प्रभाव होगा। यदि भीषण तूफानों से सम्पत्ति तथा जीवन को होने वाली हानि को कम किया जा सके तो यह मनुष्य के लिये बहुत उपयोगी होगा। कृत्रिम वर्षा बरसाकर मरुस्थलों को फिर से हरे-भरे क्षेत्रों में बदला जा सकेगा।

हमारी पृथ्वी के वायुमण्डल का निर्माण सृष्टि की उत्पत्ति तथा उसके पश्चात् होने वाली भूगर्भीय घटनाओं से हुआ है। इन घटनाओं का प्रारम्भ बहुत प्राचीन काल में हुआ था, और वर्तमान में भी ये लगातार जारी है। वायवीय उत्पत्ति के रहस्यों की व्याख्या करने के लिए हमें उन तथ्यों को ध्यान में लाना होगा जिन्हें आज भी हम आकाश में दिखाई देने वाले तारों और अपने नीचे दबी हुई चट्टानों में पाते हैं। हमें अवश्य ही सर्वप्रथम अपनी पृथ्वी तथा सम्पूर्ण विश्व की वर्तमान परिस्थितियों का ध्यानपूर्वक निरीक्षण करना पड़ेगा। जैसा कि अब तक ज्ञात हो सका है, गैसों के अपने विशिष्ट गिलाफ वाली हमारी यह पृथ्वी सम्पूर्ण विश्व में अद्वितीय है तथापि हमारी पृथ्वी जैसे पिण्ड बहुत दुर्लभ नहीं है।

हमारी पृथ्वी जो एक ग्रह कहलाती है, के चारों ओर चन्द्रमा परिक्रमा करता है, जबकि यह पृथ्वी आठ अन्य मुख्य ग्रहों और बहुत से गौण ग्रहों के साथ एक सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाती है। हमारा सूर्य स्वतः अनेक अरब दूसरे सूर्यों के साथ परिक्रमा करता है; सम्भवतः इनमें से बहुत से सूर्य के चारों ओर घूमने वाले ग्रह भी हैं। सूर्यों (जो वास्तव में तारे हैं) और ग्रहों के इस महामण्डल को आकाशगंगा (गैलेक्सी) कहते हैं। हमारी आकाशगंगा अन्तरिक्ष में ठीक उसी प्रकार से गति करती है जिस प्रकार ग्रीष्मकालीन वायु में शहद की मक्खियों का झुण्ड। हमारी आकाशगंगा कम से कम एक अरब आकाशगंगाओं में से एक है, जिनसे कि हमारा विश्व बना है। हमारे सूर्य से संबंधित ग्रहों में से केवल चार ही हमारी पृथ्वी से छोटे हैं। सबसे बड़ा ग्रह बृहस्पति (जुपिटर) व्यास में पृथ्वी से ग्यारह गुना बड़ा है। हमारा सूर्य एक औसत साइज का तारा है फिर भी यह पृथ्वी से तीन लाख बत्तीस हजार गुना भारी है और सब आकाश गंगाएँ हमारी आकाशगंगा के औसत परिमाण की हैं। ये सब आकाशगंगाएँ एक रहस्यमय ढंग से एक दूसरे से दूर भागती हुई प्रतीत होती हैं, उसी प्रकार जैसे कि 'टैंग' (आँख मिचौनी की तरह का एक बच्चों का खेल) में बच्चे एक दूसरे से दूर भागते हैं। संक्षेप में यह कह सकते हैं कि यह विश्व फैलता हुआ प्रतीत होता है।

पृथ्वी, सभी तारे तथा आकाश गंगाओं का महान् लश्कर सभी वानवे तत्त्वों से निर्मित है। सभी अन्तरिक्ष पिण्डों में प्रत्येक तत्त्व की समान मात्राएं उपस्थित नहीं होती। यदि सम्पूर्ण विश्व को ध्यान में रखा जाये तो उसमें नब्बे प्रतिशत हाइड्रोजन, नौ प्रतिशत हीलियम उपस्थित है। ये दोनों ही बहुत हल्की गैसें हैं। कार्बन, तथा ऑक्सीजन तत्त्व बाहुल्यक्रम में इनके बाद हैं। धात्विक तत्त्व विशेषतः

सिलिकॉन, मैगनीशियम, कैल्शियम, एल्यूमीनियम, सोडियम तथा पोटेशियम जो पृथ्वी का बड़ा भाग बनाते हैं, अन्तरिक्ष में प्रायः दुर्लभ हैं। भारी तत्व जैसे सीसा, प्लाटिनम, यूरेनियम तथा थोरियम तो बहुत ही दुर्लभ हैं। चूंकि हाइड्रोजन तथा हीलियम खास मात्रा में न तो पृथ्वी में मिलती हैं और न इसके वायुमण्डल में। इसलिए हमारी पृथ्वी अवश्य ही विकास के अनेक चरणों से गुजर चुकी है।

हमारी पृथ्वी सम्भवतः हाइड्रोजन तथा हीलियम के गैसीय मिश्रण में तरंग ठोस कणों के एकत्रित होने से बनी थी। यदि इसका आकार वर्तमान आकार से कई गुना अधिक होता तो इसके गुरुत्वाकर्षण का क्षेत्र इतना पर्याप्त होता कि वह उन गैसों तथा कई अन्य गैसों को पर्याप्त मात्रा में अपने वायुमण्डल में रक सकती थी। हमारी पृथ्वी से बड़े ग्रहों बृहस्पति (जुपिटर) तथा शनि (सैटर्न) की अवस्था में ऐसा ही हुआ था। चट्टानों से बने उनके क्रीड, जोकि उनके सम्पूर्ण भार के दो प्रतिशत के लगभग है, जमे हुए जल, मिथेन तथा अमोनिया से ढके हैं, जिनका भार सम्पूर्ण का आठ प्रतिशत है। शेष अधिक सम्पीडित हाइड्रोजन तथा हीलियम गैस हैं। पृथ्वी चूंकि सूर्य के अधिक पास तथा छोटी थी, इसका गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र कम था और इस पर ऊँचे तापक्रमों का प्रभाव हुआ। उक्त अवस्थाओं ने इस नवजात पृथ्वी के विकास में अवश्य ही महत्वपूर्ण योगदान किया होगा।

अन्तरिक्ष में ताप का विकिरण करने के कारण पृथ्वीतल का तापक्रम इतना ऊँचा कभी नहीं था कि वह इसमें उपस्थित चट्टानों को पिघला सके। फिर भी तापक्रम आजकल के तापक्रम की अपेक्षा बहुत ऊँचा था। जैसा कि पृथ्वी की उत्पत्ति के संक्रमण में धारणा है, उस समय आद्य वायुमण्डल हाइड्रोजन, हीलियम, नाइट्रोजन, अमोनिया तथा मिथेन का मिश्रण था। उसमें हाइड्रोजन तथा बोनीन, हाइड्रोजन और क्लोरीन, हाइड्रोजन और फ्लोरीन एवं हाइड्रोजन और सल्फर के योगिक भी उपस्थित थे। निस्सन्देह यह वायुमण्डल मानव के लिए न केवल अस्वास्थ्यप्रद अपितु खतरनाक था। उस समय के ऊँचे तापक्रम के कारण इन गैसों के अणुओं का वेग अधिक था इसलिए ये गैसें शीघ्र ही लुप्त हो गईं।

गैसों का यह खोल रसायन के बाद यह गरम-गरम पृथ्वी उत्तरोत्तर ताप में छोड़ती गई। यद्यपि हम यह नहीं जानते कि उस समय ऐसे विस्फोट हुए जो ज्वालामुखियों की श्रेणी में आते हैं, फिर भी यह निश्चित है कि विस्फोटों की क्रिया बड़े पैमाने पर जारी थी। ऐसा सम्भव है कि पृथ्वी में से निकलती हुई वे गैसें ज्वालामुखी पहाड़ों से निकलने वाली गैसों से मिलती-जुलती थीं। उदाहरणार्थ हाल के वर्षों में, हवाई द्वीपों में स्थित हेलमाऊमाऊ ज्वालामुखी से निकलती हुई गैसों का औसत संगठन आधुनिक के अनुसार अठसठ प्रतिशत जल वाष्प, तेरह प्रतिशत कार्बन डाइऑक्साइड तथा आठ प्रतिशत नाइट्रोजन था। शेष भाग गन्धकीय वाष्पों का था। आजकल उसमें स्वतन्त्र ऑक्सीजन की कुछ भी मात्रा नहीं निकलती है और न उस समय थी। इस

1 के प्रथम चरणों में ये गैसें प्रारम्भिक गैसों की तरह अन्तरिक्ष में लुप्त हो ग

होंगी। जैसे पृथ्वी ठंडी होती गई, गैसों का यह लुप्त होना कम होता गया और फिर विलकुल बन्द हो गया। जलवाष्प द्रवित होने प्रारम्भ हुए और इससे पृथ्वी पर बाढ़ आई, सब समुद्र पानी से भर गया। कार्बन डाइऑक्साइड की कुछ मात्रा उस पानी में घल गई और कुछ कार्बोनेट चट्टानों में जा मिली। पृथ्वी ने फिर जलवाष्पों, कार्बन डाइऑक्साइड तथा नाइट्रोजन का वायुमण्डल प्राप्त किया और पर्याप्त रूप से ठंडी हो जाने से यह उस वायुमण्डल को धारण कर सकी। यह वायुमण्डल भी आजकल के वायुमण्डल जैसा नहीं था और न उसमें मानव जीवित रह सकता था। मानव के जीवित रहने के लिए स्वतन्त्र ऑक्सीजन का उपस्थित होना आवश्यक है। वह ऑक्सीजन सम्भवतः प्रकाश-संश्लेषण (फोटोसिन्थेसिस) से प्राप्त हुई, जिसका सम्बन्ध कार्बन डाइऑक्साइड एवं बहुत प्रारम्भिक वनस्पति जीवन दोनों से था।

एक बार फिर हमारे लिये लगातार ठंडी होती हुई पृथ्वी पर विचार करना आवश्यक है। जब समुद्र बने, वे बहुत गरम थे। लगभग खौल ही रहे थे। धीरे-धीरे यह समुद्री देग ठंडी होती गई, उस तापक्रम तक जिस पर जीवन की गतिविधियाँ प्रारम्भ हो सकती थीं। जीवन का किस प्रकार से आरम्भ हुआ, सदियों से यह अटकलों का विषय बना रहा है, और इस पर हम यहाँ पूर्णतया विचार नहीं कर सकते। सम्भवतः जीवन-मूर्व की प्रक्रियाओं के सबसे पूर्व के चरणों पर पहली महत्वपूर्ण जानकारी डा० स्टैनले एल० मिलर की रिपोर्ट से मिली। उन्होंने शिकागो यूनिवर्सिटी की प्रयोगशाला में गैसों का वैसा ही मिश्रण तैयार किया जैसा कि पृथ्वी के प्रारम्भिक वायुमण्डल में विद्यमान होने का विश्वास किया जाता है। एक सप्ताह तक उस वायुमण्डल में उन्होंने कृत्रिम विद्युत् प्रवाहित की। तत्पश्चात् इस विधि से प्राप्त हुए वायुमण्डल में उन्होंने बहुत से ऐसे यौगिक पाये जो आजकल के जैव प्राणियों में पाये जाते हैं। उसमें उन्होंने एमीनो-एसिड विशेष रूप में पाये। इतना मात्र मालूम हो जाने से कि ये एसिड कृत्रिम रूप में निर्माण किये जा सकते हैं किसी बात का निर्णय, नहीं होता क्योंकि एक कार्बनिक अणु से ऐसे सरलतम जीवाणु का निर्माण, जो पुनरुत्पादन कर सकता हो, एक सम्बन्धी सीड़ी है। किन्तु फिर भी वह एक आरम्भ है। जैव जीवन के प्रारम्भिक रूप सम्भवतः बहुत सरल जीवाणु थे। आजकल के उन जीवाणुओं की तरह जिनको ऑक्सीजन की आवश्यकता नहीं थी, जैसे कि लाल रंग के गंधकीय जीवाणु हैं। ये जीवाणु गंधक के वायुमण्डल में ऑक्सीजन बनाते हैं। या फिर पहले ऑक्सीजन बनाने वाले शैवाल कोरिसीया हो सकते हैं। ये वे शैवाल हैं, जिनके डेढ़ अरब वर्ष पुराने जीवाश्म अवशेष पाये गये हैं। यह भी सम्भव है कि इनके जैसे ही अन्य जीवाणुओं ने पहले पहल पर्याप्त मात्रा में ऑक्सीजन बनाई हो। इस ऑक्सीजन ने फिर बाद में हरे और अधिक जटिल पौधों को बनाया जो खुद बहुत बड़ी मात्रा में ऑक्सीजन बना सकते थे और इस प्रकार जीवन के उच्चतर रूपों की निर्माण क्रिया में सहायता दे सकते थे। जैसे-जैसे वानस्पतिक जीवन का विकास होता गया, यह कार्बन डाइऑक्साइड को चूसने लगा। अन्त में पृथ्वी ने ऐसा वायुमण्डल प्राप्त किया, जिसमें वे गैसें हैं जो कि हम

तीसरा अध्याय आकाश की यद्द छत

जब हम वायुमण्डल के ऊपर के क्षेत्रों की तुलना पृथ्वी पर अपने आम-पाम के वातावरण से करते हैं, तो उन क्षेत्रों की मजबूत विचित्र विनोदता यह है कि उनमें अपेक्षाकृत सहित नहीं है, या बहुत कम है। नौ मील की ऊँचाई पर वायुमण्डल की गैसों का घनत्व समुद्रतल पर उपस्थित वायुमण्डल का आठवाँ भाग है। इससे ऊपर चढ़ने पर घनत्व बहुत शीघ्रता से कम होता जाता है। साठ मील तक पहुँचने पर घनत्व समुद्रतल के आस-पास की वायु के घनत्व का दसलावा भाग हो जाता है। यह वही परिमाण है, जिसे साधारण प्रकाश के बल्य में "निर्वात या वैक्युम" कहा जाता है। पृथ्वी से १२० मील ऊपर एक घन मील में उपस्थित वायु का भार आम पाउण्ड से कम होता है। इसकी तुलना में समुद्रतल पर इतनी ही आयतन वायु का भार पचास लाख टन होता है। १८५ मील की ऊँचाई पर वायुमण्डल दाब, प्रयोगशाला में प्रयुक्त होने वाले अच्छे से अच्छे निर्वात पम्प से प्राप्त निर्वात के तुल्य होता है। यह बात ध्यान रखने योग्य है कि समुद्रतल के समीप की वायु में उपस्थित एक औसत वायु के अणु को, दूसरे अणु से टकराने से पहले, एक इंच का कुछ दस लाखवाँ भाग दूरी तय करनी पड़ती है। समुद्रतल से नौ मील ऊपर, अणु से अणु तक पहुँचने के लिए वह दूरी एक इंच का ००००४ हो जाती है। ६० मील पर यह दूरी ४० इंच है जब कि १८५ मील की ऊँचाई पर यह लगभग ६ मील है।

हमारे ऊपर के वायुमण्डल में बहुत ऊँचाई पर स्थित वायुमण्डलीय गैसों सूर्य तथा बाहरी अन्तरिक्ष से आने वाले आक्रमणकारियों को चुनौती देती हैं। यदि ये गैसों न होती तो सूर्य से आने वाले तीव्र लघु-तरंग-दैर्घ्य विकिरणों से हम अपनी रक्षा न कर सकते। लम्बी दूरी से रेडियो सन्केतों का ग्रहण न होता। ध्रुवीय क्षेत्रों में शीतकाल की लम्बी रात्रियों के दौरान "आरोरा" प्रकाश के प्रदर्शन न हो पाते, और हम पर तीव्र गति उल्कापातों द्वारा वमवारी होती रहती। ऐसी अवस्था में यह कल्पना करना कठिन नहीं है कि हमारे सुदूर ऊपर का वायुमण्डल एक महान् रक्षात्मक साम्रियाणा या आकाश में हमारे ऊपर एक छत है।

यद्यपि वायुमण्डल के ऊपरी क्षेत्रों में एक भाग को दूसरे भाग से अलग करने के लिए कोई अविज्ञ सीमाएँ नहीं हैं तथापि उन क्षेत्रों के भिन्न-भिन्न नाम रखे हैं। ये सीमाएँ ऋतुओं, अक्षांश तथा निम्न-स्तर की वायुमण्डलीय परिस्थितियों

के साथ-साथ बदलती रहती है। वर्गीकरण की सभी विधियों में वायुमण्डल कई खोलों का बना माना गया है जो कि पृथ्वी को ढके रहते हैं। सबसे सामान्य विधि, जिसका वर्णन हम मुख्य रूप से करेंगे, तापक्रम पर आधारित है।

पहला और सबसे नीचे का खोल ट्रोपोस्फियर कहलाता है और यह समुद्रतल से लेकर लगभग सात मील की ऊँचाई तक फैला हुआ है। पृथ्वी के सारे स्थान इस क्षेत्र में ही पड़ते हैं यद्यपि माउण्ट ऐवरेस्ट अपनी ऊँची चोटी लगभग इसकी सीमा तक उठाये हुए है। ट्रोपोस्फियर से बाइस मील तक की ऊँचाई का क्षेत्र स्ट्रेटोस्फियर कहलाता है तथा स्ट्रेटोस्फियर से पचास मील तक मिजोस्फियर है। उससे ऊपर थर्मोस्फियर २५० मील तक फैला हुआ है और उससे परे का क्षेत्र एक्जोस्फियर है। अनुबन्ध "पाज" किसी खोल की ऊपरी सीमा को सूचित करने के लिए प्रयुक्त किया जाता है।

इस प्रकार ट्रोपोपाज, ट्रोपोस्फियर और स्ट्रेटोस्फियर के मध्य को नीला है, स्ट्रेटोपाज, स्ट्रेटोस्फियर तथा मिजोस्फियर के मध्य को इन्धुन है। कुछ क्षेत्रों को विशेष नाम भी दिये गये हैं, जो कि उनकी प्रमुख विशेषताओं के होते हैं। इनके नाम ओजोनोस्फियर एक ऐसा क्षेत्र है जिसमें ओजोन गैस प्रचुर मात्रा में उपलब्ध रहती है। केमोस्फियर क्षेत्र में सूर्य के विकिरणों द्वारा होने वाली रासायनिक प्रतिक्रियाएँ बहुत महत्व की हैं। इसी प्रकार आयनोस्फियर इस क्षेत्र को कहते हैं जिसमें विकिरणों द्वारा प्राप्त अर्धस्थायी अणुओं तथा आयनों का स्थान है। ये अणु-मण्डल अणु हैं जिन पर विद्युत् आवेश रहता है।

एक आड़ का काम करता है और इस तरह पृथ्वी के पृष्ठ पर “गोलावारी” नहीं हो सकती। ये रायोलीय आवारागर्द पिण्ड पृथ्वी पर पहुँचने से पहले रास्ते में ऊपरी वायु मण्डल को पार करके आते हैं। यहाँ पर ये वायु के साथ टकराने पर तेज चमक या तापदीप्ति प्राप्त करते हैं और इनमें से बहुत से वही पर समाप्त हो जाते हैं।

उल्कापिण्डीय तापदीप्ति साधारणतया सत्तर मील की ऊँचाई पर प्रारम्भ होती है और पृथ्वी से चालीस मील के ऊपर ही समाप्त हो जाती है। इसलिए ही यह उल्का-पिण्डों के दिखाई देने का क्षेत्र है। इनको झूटिंग स्टार या “उल्का तारे” भी कहते हैं। दिखाई देने वाले उल्का, बहुधा मटर के दाने की आकृति से कम होते हैं यद्यपि ये बहुत बड़े दिखाई देते हैं क्योंकि उनके चारों ओर चमकती हुई गैसों के चोल होते हैं। अधिकांश उल्का रेत के दाने से भी बहुत छोटे होते हैं और उनके चलने से कोई रेखा नहीं बन पाती। तथापि बड़े उल्का इस ऊपरी वायुमण्डल में से आते हुए सदैव समाप्त नहीं हो जाते। अनुमान है कि दो करोड़ उल्काओं में से एक इतना बड़ा होता है जो पूर्णतया जल नहीं पाता और उसके अवशेष पृथ्वी के साथ टकरा जाते हैं। इनमें से कई भूमि पर गिरते हैं, और इस क्रिया में अनेक मनुष्यों के मारे जाने की भी सूचना मिलती रही है। कुछ के गिरने से भूमि के अन्दर बड़े गड्ढे खुद गये हैं। उल्काओं के सगठन की ठीक जानकारी अभी पिछले कुछ ही वर्षों में हो पाई है।

उल्का वायुमण्डल में सात से चालीस मील प्रति सैकेण्ड की गति से प्रविष्ट होते हैं। इनके द्वारा पृथ्वी पर पर्याप्त मात्रा में धूल इत्यादि गिरती है, सम्भवतः एक दिन में दो हजार टन। लगभग ये सारे पदार्थ पृथ्वी के पृष्ठ पर बहुत बारीक धूल या राख के रूप में गिरते हैं और हमें इनका पता भी नहीं चलता। फिर भी जब घर में रखे फर्नीचर को साफ किया जाता है तो इस क्रिया में अन्तरिक्ष से उक्त प्रकार से आई हुई धूल की सफाई भी सम्मिलित है।

हमारे ऊपरी वायुमण्डल पर तारकीय अवशेषों की “बमबर्षा” ही नहीं होती अपितु सूर्य के तेज विकिरणों की क्रिया भी होती है। इसी वायुमण्डल में प्रतिदिन नन्हीं कणिकाएँ मात्रा करती हैं, जो वास्तव में सूर्य से आये प्रोटोन तथा इलेक्ट्रॉन होते हैं, सूर्य से वायुमण्डल पर प्रोटोनों और इलेक्ट्रॉनों की एक प्रकार की “बर्षा” होती है, जिसके फलस्वरूप “आरोरा” बनते हैं जिन्हें उत्तरी तथा दक्षिणी प्रकाश भी कहते हैं। सूर्य के द्रव्य के ये टुकड़े पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा आकर्षित होकर ध्रुवीय क्षेत्रों की ओर जाते हैं। इसी कारण से “आरोराओं” की सत्ता ध्रुवों के पास है। पृथ्वी के प्रत्येक स्थान से ये कभी-कभी दिखाई देते हैं। पुराने रिकार्ड इस बात की पुष्टि करते हैं कि उष्ण कटिबंधीय प्रदेशों में “आरोरा” के रंग-विरंगे प्रकाश प्रायः दस वर्ष में एक बार दिखाई देते हैं। आरोराओं का दिखाई देना पृथ्वी के छ सौ मील ऊपर प्रारम्भ होता है और साठ मील की ऊँचाई तक रहता है।

अत्यधिक ऊँचाइयों पर आरोरा, प्रोटोन्स (हाइड्रोजन के नाभिक) एवं इलेक्ट्रॉन के संयोग में, हाइड्रोजन के परमाणुओं के बनने के कारण उत्पन्न होते हैं। इस संयोग

में तेज प्रकाश उत्पन्न होता है। बाद में प्रकाश उन प्रतिश्रियाओं से आता हुआ प्रतीत होता है जिनमें इलेक्ट्रॉनों की धाराएँ सम्मिलित होती हैं। आरौरा के बनने का तन्त्र अधिकांश रूप से वही है जो नियॉन साइन बोर्डों में होता है।

विद्युन्मय होने के कारण सूर्य से आने वाली कणिकाओं की धाराएँ, ऊपरी वायु मण्डल में पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के मार्ग में विघ्न डालती हैं। हमारी ज्ञानेन्द्रियाँ इन परिवर्तनों को अनुभव नहीं कर सकती। परन्तु घर जाने वाले कबूतर और कुछ अन्य पक्षियों को सम्भवतः उनका ज्ञान हो जाता है। यद्यपि हम उनके प्रभाव को अनुभव नहीं करते तो भी हम कणिकाओं के आक्रमण के प्रभाव को अवश्य ही अनुभव कर सकते हैं। उदाहरणार्थ १९४० ई० के ईस्टर रविवार के दिन जो महान् चुम्बकीय परिवर्तन हुए थे, उन्होंने सयुक्त राज्य अमेरिका तथा यूरोप के बीच कई घण्टे तक सघुतरंग संचार रोके रखा था। टेलीटाइप और तार-फोटो प्रणाली के फँसे हुए जाल में भी रुकावट आ गई थी। साथ ही साठ एम्पीयर तक की अतिरिक्त विद्युत् धाराएँ उच्च बोल्टेज ले जाने वाली विद्युत् तारों पर समाविष्ट हो गई थीं जिनके फलस्वरूप कई मुख्य सर्किटों के प्यूज उड़ गये और इस प्रकार बहुत बड़े क्षेत्रों में बिजली चली गई। इसके अतिरिक्त पता चला है कि इस चुम्बकीय तूफान ने हमारे मौसम पर भी महत्वपूर्ण प्रभाव डाले।

“आरौरा” के कारणों तथा इसमें होने वाले परिवर्तनों से कई वर्ष पूर्व इस बात का सुझाव मिला कि वायुमण्डल में बहुत ऊँचाई पर एक स्थाई विद्युत् संवाहक क्षेत्र है। रेडियो ने इस समस्या को और भी प्रत्यक्ष कर दिया है। रेडियो तरंगें प्रकाश की किरणों के सदृश सीधी रेखाओं में चलती हैं, और चूँकि रेडियो संवाद सफलतापूर्वक बहुत दूर भेजे जा सकते हैं, इससे स्पष्ट है कि उन संवादों को ले जाने वाली तरंगें पृथ्वी की गोलाई के साथ-साथ परावर्तित होती हैं और इस प्रकार संवाद इतनी दूर पहुँच जाते हैं। वास्तव में वायुमण्डल में कई तहें ऐसी हैं जहाँ परावर्तन होता है। या इसे अधिक सही तौर पर यों कहा जा सकता है कि वहाँ एक निरन्तर क्षेत्र है। सुविधा के लिए वैज्ञानिकों ने इस सम्पूर्ण संवाहक और परावर्तन क्षेत्र को ‘आयनोस्फियर’ नाम दिया है। इस क्षेत्र को तीन भागों में बांटा गया है। लगभग साठ मील पर “ई” क्षेत्र, लगभग १४० मील पर “एफ_१” तथा २२० मील पर ‘एफ_२’ क्षेत्र।

ये विद्युत् संवाहक क्षेत्र ऐसे हैं जहाँ आयन (परमाणविक कण जिन पर विद्युत् आवेश होता है) अपेक्षाकृत बड़ी संख्या में सूर्य के अल्ट्रा-वायलेट प्रकाश तथा विद्युत्-चुम्बकीय विकिरणों द्वारा उत्पन्न होते हैं। सामान्यतः ‘ई’ तथा ‘एफ_१’ क्षेत्र केवल दिन के समय ही विद्यमान होते हैं, ‘एफ_२’ क्षेत्र दिन के समय में पैदा होता है और रात के समय छा जाता है। वर्ष के कुछ मौसमों में ‘एफ_१’ और ‘एफ_२’ क्षेत्र आपस में एक दूसरे में मिलकर एक मिला-जुला ‘एफ’ क्षेत्र बनाते हैं। इस दैनिक घट-बढ़ के साथ-साथ सौर-गतिविधि भी महत्वपूर्ण परिवर्तन करती है, जैसा कि सौर धब्बों का ग्यारहवर्षीय चक्र है। सौर धब्बों की अधिकतम सक्रियता के समय में ‘एफ_२’ तह का

इलेक्ट्रॉन घनत्व न्यूनतम सक्रियता के समय से दुगुना होता है। सम्भव है पृथ्वी तल के तूफान या गर्मी तथा ठण्ड की लहरों भी उक्त क्षेत्रों पर प्रभाव डालती हों।

इसके अतिरिक्त एक अन्य आश्रान्ता भी पृथ्वी पर प्रहार करता है, जिसका ऊपरी वायुमण्डल पर पूरा प्रभाव पड़ता है। यह हमलावर है कासमिक विकिरण। ये किरणें सूर्य से तथा अन्तरिक्ष की गहगहियों से सब दिशाओं में आती हैं, और अत्यधिक ऊर्जा से भरी होती हैं। ये कासमिक किरणें वायुमण्डल के साथ टकराती हैं परन्तु उसमें प्रत्यक्षतया घुस नहीं जाती। बहुत ऊँचाई पर (हाल के परिमाणों से ज्ञात हुआ है कि बीस हजार मील ऊपर) प्रत्येक कासमिक किरण घन्दूक की गोली की भाँति आकर वायु के अणु से टकराती है। इस टक्कर से प्राप्त टुकड़े—इलेक्ट्रॉन, आयन, परमाणु तथा न्यूक्लीयर कण—पृथ्वी पर बौछार की दबल में गिरते हैं, जिससे कि कई प्रकार के प्रभाव पैदा होते हैं। उनमें से कुछ पर हम इसी पुस्तक के अन्य अध्यायों में अधिक विस्तार से प्रकाश डालेंगे। यहाँ हमारा सम्बन्ध ऊपरी वायु में होने वाली न्यूक्लीयर प्रतिक्रियाओं तथा उनसे पैदा होने वाले अस्थिर, रेडियो एक्टिव उत्पादों से है।

कासमिक विकिरणों की “बमबारी” का एक प्रभाव यह होता है कि साधारण नाइट्रोजन का अणु एक विशेष प्रकार का कार्बन बन जाता है जिसे “कार्बन १४” नाम दिया गया है, जो कार्बन डाइऑक्साइड बनकर वायु में मिल जाता है और अन्त में यह सब वनस्पतियों तथा जीवित प्राणियों का एक भाग बन जाता है। जीवनकाल में वनस्पतियाँ और जन्तु निरन्तर इस विशेष कार्बन को कार्बन के सामान्य प्रकार के साथ ही अपने शरीर में समाविष्ट करते रहते हैं, परन्तु जब मर जाते हैं तो कार्बन को ग्रहण करने की क्रिया समाप्त हो जाती है। रेडियोएक्टिव होने के कारण इस “कार्बन १४” का क्षय होता रहता है जिससे इसकी मात्रा घटती रहती है। ५५०० से कुछ ही अधिक वर्षों में किसी वनस्पति या जीव के अवशेषों में इस कार्बन १४ तत्व की आधी मात्रा रह जाती है। और फिर इतने ही वर्षों में इस आधी का भी आधा अर्थात् पूरी का एक चौथाई रह जाता है। चूँकि हर ५५०० वर्ष में इसी दर से कमी होती रहती है इसलिए वायुमण्डल का यह रेडियो कार्बन एक प्रकार की घड़ी का काम करता है, जिससे कि बहुत प्राचीन काल में घटी घटनाओं का समय निश्चयपूर्वक बताया जा सकता है। यह पुरातत्त्व विज्ञान के लिए बहुत उपयोगी तथा लाभकारी है।

तथापि केवल कार्बन ही ऐसा तत्व नहीं है, जो कि ऊपरी वायुमण्डल में बनता हो। रेडियो हाइड्रोजन या ट्राईटियम रेडियो कार्बन की तरह कासमिक किरणों की बमबारी से बनता है और इसी प्रकार से यह भी प्राकृतिक प्रक्रियाओं के अध्ययन के लिए उपयोगी है, यद्यपि सम्पूर्ण वायु में इसकी कुल मात्रा एक औंस से कभी नहीं बढ़ती। रेडियो हाइड्रोजन जलवाष्पों के अणु में साधारण हाइड्रोजन के स्थान पर पहुँचकर वर्षा के साथ पृथ्वी पर गिरती है। इस तरह से हमें वायुमण्डल में जलवाष्पों रहने के समय, तथा वायु और बादलों की गतिविधियों के विषय में बहुत जानकारी

मिलती है। एक तीसरा प्राकृतिक रेडियोएक्टिव परमाणु 'बेरीलियम ७' है, जो रेडियो हाइड्रोजन (ट्राइटियम) से भी अधिक दुर्लभ है। परन्तु आशा है यह भी आगे जाकर मोसम सम्बन्धी समस्याओं के समाधान में सहायक होगा।

मोसम, जैसे कि पहले लिखा जा चुका है, एक निम्नस्तर की घटना है। बड़ी ऊँचाई से जल-वाष्पों के बादल पृथ्वी पर रुई के गोलों की तरह प्रतीत होते हैं। यद्यपि बादल ऊपरी वायुमण्डल में बहुत कम पहुँच पाते हैं तथापि वहाँ पर उनका पूर्णतः अभाव नहीं है। अक्सर दुर्लभ मोतियों की तरह के बादल पन्द्रह या सोलह मील की ऊँचाई पर दिखाई देते हैं। ये बर्फ के रवों (क्रिस्टलो) के बादल होते हैं, जिससे यह स्पष्ट है कि इस ऊँचाई पर वायुमण्डल में थोड़ी मात्रा जलवाष्पों की उपस्थित है। कभी-कभी तो कुछ प्रदीप्त बादल, जिनका रंग चमकता हुआ हल्का नीला होता है, सम्भवतः पचपन मील की ऊँचाई पर दिखाई देते हैं। इन्हें 'निशादीप्त' बादल कहते हैं, और जिनका कारण विघटित उल्काओं के धूलिकण समझे जाते हैं। सूर्यास्त से लगभग एक घंटा पश्चात् ये अच्छी प्रकार देखे जा सकते हैं क्योंकि अपनी ऊँचाई के कारण सूर्य द्वारा प्रदीप्त हो जाते हैं, यद्यपि आकाश में साधारणतः अन्धेरा होता है।

यह स्पष्ट है कि अद्भुत तथा आश्चर्यजनक घटनाएँ ऊपरी वायुमण्डल में घटती रहती हैं। प्राकृतिक रहस्यों के इस भण्डार की खोज अभी प्रारम्भ ही हो पायी है। निश्चय ही आज तक की गई आशातीत खोजों में से एक उत्कृष्ट खोज ऊपरी वायुमण्डल के रासायनिक संगठन की है और उसमें ओजोन की उपस्थिति एक मुख्य उदाहरण है। परन्तु अन्य घटक, जैसे नाइट्रस ऑक्साइड, मिथेन, कार्बन मोनोक्साइड, परमाणविक आक्सीजन तथा उदासीन सोडियम परमाणु भी पाये गये हैं।

ऊपरी वायुमण्डल का वास्तविक रूप में आश्चर्यजनक घटक उदासीन सोडियम है। पानी की अल्पमात्रा के साथ भी क्रिया कर जाने वाला यह क्रियाशील तत्त्व किस प्रकार से वायुमण्डल में प्रविष्ट हो सका और बहुत ऊँचाई पर शुष्क वायुमण्डल में कैसे मिल सका? क्या यह अन्तरिक्ष से आया है या उल्काओं तथा उल्काओं से बने कणों से आया है? या समुद्र के लवण सोडियम क्लोराइड से आया है? यह रहस्यमय है।

ऊपरी वायुमण्डल में उपस्थित दुर्लभ-पदार्थों को, जो कुल मिलाकर सारी वायु का दस लाखवाँ भाग हैं, इतना महत्त्व देना विलक्षण प्रतीत होता है। यही कहा जा सकता है कि कई व्यावहारिक कारण हैं जिनसे कि ऊपरी वायुमण्डलीय घटनाओं का अध्ययन बहुत आवश्यक है। यह क्षेत्र पृथ्वी पर होने वाली घटनाओं में महत्त्वपूर्ण भाग लेता है। यह रहस्यपूर्ण समस्याओं से भरा है, मनुष्य जिनकी चर्चा तक खोज करता रहेगा।

चौथा अध्याय अशान्ति सागर

कुछ स्थानों पर कभी-कभी वायु की गति इतनी कम होती है कि अनुभव भी नहीं की जा सकती। ससार के कुछ भागों में हवाएं प्रायः दक्षिण की ओर चलती हैं और अन्य कई स्थानों पर अधिकतर उत्तर की ओर चलती हैं या सीधी नीचे की ओर। अपना रास्ता बदल लेना उनका स्वभाव है। प्राकृतिक योजनाओं में वायु की नित्य होने वाली गति एक आवश्यक घटना है।

विषुवत् (इक्वेटर) तथा अक्षांश तीस से पैंतीस डिग्री उत्तर या दक्षिण के मध्य का क्षेत्र सूर्य से अधिक मात्रा में ऊर्जा प्राप्त करता है जबकि ध्रुवीय क्षेत्रों पर कुल मिला कर सौर ऊर्जा की कमी रहती है, यहाँ पर सूर्य से प्राप्त होने वाली ऊर्जा के मुकाबिले में विकिरण द्वारा ताप की अधिक मात्रा निकल जाती है। इस असन्तुलन का संशोधन वायु के संचार द्वारा आंशिक रूप से होता है। अन्यथा मध्य तथा उच्च अक्षांशों पर तापक्रम घटते रहेगे और निम्न अक्षांशों पर बढ़ते रहेगे, जब तक कि हर क्षेत्र में ताप की प्राप्ति तथा हानि में सन्तुलन नहीं हो जाता। इसके परिणामस्वरूप प्राप्त सन्तुलित तापमान ध्रुवीय क्षेत्रों को इस समय की अपेक्षा अधिक ठण्डा तथा विषुवतीय क्षेत्रों को असह्य गर्म बना देगा। इस प्रकार पृथ्वी के चारों ओर चलने वाली हवाएं एक विराट् ऊष्मागतिक (थर्मोडायनेमिक) इंजन की तरह ताप वितरण का काम करती हैं—ऐसा इंजन, जो सूर्य से अपने लिये ऊर्जा प्राप्त करता है। पृथ्वी का घूर्णन एक पलाई व्हील है, जो हवाओं की दिशा का निर्देशन करता है।

जैसा कि अधिकांश प्राकृतिक घटनाओं में होता है, वायु की धाराओं में एक ध्यापक योजना पाई जा सकती है, जिस पर आचरण सम्बन्धी छोटी-छोटी जटिल योजनाएं आश्रित हैं। उनमें से वे घटनाएं जिनको मत्सी प्रकार समझा जा सका है और जिनका हमारे साथ सम्बन्ध है, सारी की सारी ही ट्रोपोस्फियर में ही घटती हैं। वायुमण्डल की यह सबसे नीचे की तह है, जो तुलनात्मक दृष्टि से विद्यालय के ग्लोब पर पुते अच्छे रोगन की तह से कुछ ही मोटी है। पृथ्वी पर वायु का साधारण परिसंचरण कैसे आरम्भ होता है, यह जानने के लिए हमें दो सरल उदाहरणों पर विचार करना होगा। इनकी सहायता से हम पृथ्वी के चारों ओर वायु की गति के आधारभूत सिद्धान्तों को प्रतिपादित कर सकने हैं।

जब हम सिगरेट का घुर्वा एक जलते हुए विद्युत् लैम्प पर फूँक मार कर फेंकते

हैं तो हम देखते हैं कि घुआँ लैम्प से उठती हुई गर्म वायु के साथ ही ऊपर उठ जाता है। गर्म वायु ठण्डी वायु से हल्की होती है क्योंकि इसके अणुओं में अधिक ऊर्जा होती है, वे आपस में ज्यादा टकराते हैं और पलट कर अधिक शक्ति से वापस हो जाते हैं। ऐसा करने में वे अपने आसपास अधिक स्थान बना लेते हैं, कुछ उसी तरह से जैसे कि एक चिड़चिड़ा आदमी अपने साथियों को अपने से पृथक् कर देता है और वे दूर हट जाते हैं। इस प्रकार से गर्म हवा स्वाभाविक रूप से उठती है और इसका स्थान शीतल तथा घनी वायु ले लेती है। शीतल वायु जब गरम वस्तुओं के सम्पर्क में आती है तो अपने आप में गरम हो जाती है। इस प्रकार से वह ऊपर उठती है और उसका स्थान आसपास की कुछ ठण्डी हवा ले लेती है।

दूसरे उदाहरण में हम कुछ समय के लिए ऐसी असम्भाव्य स्थिति पर विचार करते हैं जिसमें कि एक ग्रामोफोन रिकार्ड के घूमते पृष्ठ पर पिस्सू या कोई और छोटे जानवर बैठे हों। यदि हम कुछ दूरी से देखें तो जो पिस्सू केन्द्र के पास बैठा है वह छोटे चक्कर में मन्द गति से घूमता हुआ दिखाई देता है। दूसरा जो पिस्सू घूमने वाली प्लेट के किनारे के पास बैठा हुआ है, वह कहीं ज्यादा तेजी से चल रहा होगा। यदि हमारा केन्द्र के पास बैठा हुआ पिस्सू कूद कर बाहर की ओर बैठे हुए अपने दूसरे साथी पर गिरने का यत्न करे तो अवश्य ही वह अपने लक्ष्य को नहीं पा सकेगा, क्योंकि जब पहला पिस्सू उड़ान में होगा तब बाहर वाला पिस्सू अपनी पहली स्थिति से कुछ दूरी अवश्य ही आगे निकल गया होगा।

ठीक उसी प्रकार से जैसा कि ऊपर घूमती हुई प्लेट पर बैठे पिस्सुओं के विषय में कहा गया है, हमारी घूमती हुई पृथ्वी पर स्थित भिन्न स्थानों के गति-वेग में बहुत अन्तर है। सूर्योदय तथा सूर्यास्त को छोड़कर हम अपनी पृथ्वी के घूर्णन को भी अनुभव नहीं कर सकते। परन्तु एक एस्कीमो, पृथ्वी के एक चक्कर में कुछ सौ मील की ही यात्रा करता है, जब कि विपुलवृत्त (इक्वेटर) के आस-पास रहने वाला एक जगली एक चक्कर में कई हजार मील की यात्रा कर लेता है। यदि एक एस्कीमो विपुलवृत्त (इक्वेटर) की ओर यात्रा करे तो उसके लिए यह आवश्यक होगा कि प्रत्येक कदम के साथ वह पृथ्वी के घूर्णन-वेग का कुछ हिस्सा भी प्राप्त करे। प्रत्येक कदम में इस प्रकार प्राप्त किया गया वेग बहुत थोड़ा होगा और सम्भवतः उसके लिए अगोचर भी हो, परन्तु फिर भी उसका प्रभाव अवश्य होगा। वायु का गतिमय भाग जो एस्कीमो की तरह पृथ्वी के साथ पक्की तरह से बन्धा नहीं है एक अक्षांश से दूसरे अक्षांश में जाता हुआ कुछ दिशा परिवर्तन कर लेगा, इसके वजाय कि वह पृथ्वी के नये घूर्णन-वेग को प्राप्त करे। सौभाग्यवश वायु पृथ्वी से विलकुल स्वतन्त्र नहीं है जैसा कि घूमती हुई प्लेट पर बैठा कूदने वाला पिस्सू था। भूमि-पृष्ठ की अनियमितताएँ, पहाड़, वृक्ष व घर, वायु की गति को कम करते हैं। चूँकि घूमती हुई पृथ्वी विपुलवृत्त (इक्वेटर) पर लगभग एक हजार मील प्रति घंटा के वेग से घूम रही होती है,

वह अपने साथ घूमती हुई वायु की गति को भी कई सौ मील प्रति घंटा कर देती, यदि पृथ्वी पर उपस्थित वस्तुओं के कारण घर्षण न होता ।

हमारे पहले सिद्धान्त के अनुसार कि वायु गरम होकर ऊपर उठती है, विपुवतीय क्षेत्रों के समुद्र के गुणगुने पानी और गरम जगलों के ऊपर वायु ऊपर उठती है । यह गरम वायु जब स्ट्रेटोस्फीयर की ऊँचाई तक पहुँचती है तो ठण्डी हो जाती है । यह हमेशा के लिए ऊपर चढ़ती नहीं रह सकती क्योंकि ऊँचे स्तरों पर अपेक्षाकृत गरम वायु का क्षेत्र उसे रोकता है, जैसाकि हम तीसरे अध्याय में पढ़ चुके हैं । वायु नीचे भी नहीं आ सकती, क्योंकि नीचे से चढ़ने वाली गरम वायु रोकती है । उस समय उस वायु के लिए यही रास्ता रह जाता है कि वह उत्तर या दक्षिण की तरफ घूम जाये । अतः हम देखते हैं कि विपुवत्वृत्त पर बहुत ऊँचाई पर वायु ध्रुवों की तरफ गति कर रही होती है । इसका स्थान लेने के लिए ध्रुवीय दिशाओं से ठण्डी वायु पृथ्वी के साथ-साथ चलती है इसीलिए विपुवत्वृत्त के आस-पास पृथ्वी पृष्ठ की हवाएँ पृथ्वी की केन्द्रीय पट्टी की ओर जाती हैं ।

हमारे दूसरे सिद्धान्त की पुष्टि में पृथ्वी का घूर्णन कम तथा अधिक ऊँचाइयों पर ध्रुव से सीधे विपुवत्वृत्त की ओर होने वाली गतियों को रोकता है । उच्च-स्तरो पर ध्रुवों की ओर जाती हुई वायु का चलना प्रारम्भ करते समय का वेग विपुवतीय वेग होता है । यह ग्रामोफोन की घूमने वाली प्लेट पर किनारे के पास वाले पिस्तू के समान है । जैसे-जैसे वह उत्तर तथा दक्षिण की ओर बढ़ती जाती है, तो वह अपने आप को पृथ्वी पृष्ठ के ऐसे भागों पर पाती है, जहाँ गतिवेग निरन्तर कम होते जाते हैं । वायु इस प्रकार से नीचे वाली भूमि से आगे निकल जाने का प्रयत्न करती है और ऐसा प्रतीत होता है कि वह निरन्तर बढ़ती हुई पूर्व दिशा में गति कर रही हो । जिस समय वह अक्षांश तीस डिग्री उत्तर या दक्षिण तक पहुँच जाती है तो ठण्ड तथा घर्षणादि के प्रभाव के कारण वायु पृथ्वी के पृष्ठ पर फिर वापस आ बैठती है । फल-स्वरूप यह अक्षांश असामान्य रूप से शान्त अक्षांशों में से एक है । इन्हें अश्व (होर्स) अक्षांश कहते हैं । एक पुरानी कहानी के अनुसार प्राचीन काल के मस्तूलों वाले जलयानों को कई शान्त स्थानों पर बहुत देर तक रुकना पड़ता था । कभी-कभी पानी और भोजन की कमी के कारण लदे हुए पशुओं को कम करने के लिए उन्हें समुद्र में फेंकना पड़ता था । ये जानवर अधिकतर घोड़े होते थे और इसलिए उन अक्षांशों का नाम 'अश्व अक्षांश' पड़ गया ।

इसके विपरीत कम ऊँचे स्तरों पर तीस डिग्री अक्षांश से विपुवत्वृत्त की ओर गति करती हुई वायु ऐसी भूमि तथा समुद्रों पर से गुजरती है जिनकी गति निरन्तर बढ़ रही होती है । इसमें विपरीत दिशा सम्बन्धी परिवर्तन हो जाता है और पश्चिम की ओर घूमते हुए विपुवतीय अक्षांशों पर पहुँच जाती है, या इसे पूर्वी पवन कहा जा सकता है । कम ऊँचाई पर चलने वाली पूर्वी हवाएँ "व्यापारिक हवाएँ" कहलाती हैं, क्योंकि मस्तूल वाले प्राचीन जलयानों के दिनों में ये हवाएँ पृथ्वी पर

की अन्य सब हवाओं से अधिक ठिकाऊ तथा विश्वसनीय थी। एक शताब्दी पूर्व इन हवाओं के द्वारा ही जहाजों को चला कर चाय व अन्य सामान, यात्री तथा डाक ससार के एक भाग से दूसरे भाग तक पहुंचाये जाते थे। अन्त में जब ये व्यापारी हवाएँ केन्द्रीय क्षेत्रों तक पहुंचती है तो गर्म हो जाती है और ये स्ट्रेटोस्फीयर के स्तर तक पहुंच कर चक्र पूरा करने के लिए ऊपर उठना प्रारम्भ कर देती हैं। वायु एक विराट् वायुमण्डलीय चिमनी में से धुएँ की तरह ऊपर चढ़ती है। इसके परिणामस्वरूप भूमितल के आसपास पृथ्वी के मध्य के चारों ओर एक निर्वात क्षेत्र बन जाता है। इसको "डोलड्रम" (विपुव प्रशान्त मण्डल) कहते हैं। शक्ति-चालित जलयानों से पहले के व्यापारिक जहाजों पर विपत्ति का मूल कारण यही क्षेत्र हुआ करता था।

ध्रुवीय क्षेत्र एक विशिष्ट क्षेत्र है, जहाँ की हवाएँ अधिक विश्वसनीय नहीं हैं। ध्रुवों पर शीतल वायु नीचे जाती है और विपुवत्वत् की दिशा में पृथ्वी के साथ-साथ बहती है। परन्तु जिस समय तक यह ध्रुवीय वायु साठ डिग्री उत्तर या दक्षिण के अक्षांशों तक पहुँचती है, पृथ्वी का घूर्णन उसकी दिशा को इतना बदल देता है, कि वह प्रायः पूर्णरूपेण पश्चिम की ओर चलने लगती है। पृथ्वी पर उपस्थित लोगों को ऐसा प्रतीत होता है मानो वायु पूर्व से चल रही हो। यद्यपि यहाँ पर वायु के "गर्म" हो जाने के शब्द का प्रयोग समुद्देशात्मक है। परन्तु यह ध्रुवीय वायु इस अक्षांश पर अपेक्षाकृत गर्म होती है और ऊँचाइयों की ओर उठना आरम्भ करती है। वायु एक बार ऊँचे उठकर उच्चस्तरीय रास्ते से ध्रुवों पर लौट आ सकती है ताकि वह पुनः अपनी यात्रा आरम्भ कर सके, या यह वही पर विक्षोभ में फँस सकती है, जो विपुवतीय तथा ध्रुवीय क्षेत्रों के बीच में होता है।

ये क्षेत्र, समशीतोष्ण (टेम्परेट) प्रदेशों को घेरे हुए हैं, जहाँ संसार की जन-संख्या का तीन चौथाई भाग निवास करता है। ये क्षेत्र समशीतोष्ण इस अर्थ में हैं कि वहाँ पर वायु की कमी ध्रुवों से विपुवत्वत् की ओर तत्पश्चात् विपुवत्वत् से ध्रुवों की ओर जाती हुई न्यूमार्क जैसे स्थान को किसी दिन तो मानो उष्ण कटिबन्ध क्षेत्र का हिस्सा और अगले ही दिन उत्तर ध्रुवीय क्षेत्र का भाग बनाती है। वायुमण्डल में होने वाले गर्म तथा ठण्डी हवाओं के आपसी अव्यवस्थित संघर्ष अथवा नोक-झोंकों के कारण मध्य क्षेत्र में वायु संचार का सुनिश्चित क्रम नहीं रहता। विपुवत्वत् के ऊपर उठते हुए विराट् वायुमण्डलीय चक्र के प्रबल प्रभाव के कारण, सामान्यतया गर्मियों में भूमि-पृष्ठ की हवाएँ दक्षिण-पश्चिमी (उत्तरी गोलार्द्ध में) की दिशा से आती हैं। शीतकाल की हवाएँ उत्तरी ध्रुव की वायु के शनैः शनैः नीचे बैठने के कारण उत्तर-पश्चिम से आती है। केन्द्रीय पट्टी की पश्चिमी हवाएँ इस प्रकार ध्रुवीय पूर्वी हवाओं तथा विपुवतीय व्यापारिक हवाओं की विपरीत दिशा में चलती हैं। यदि प्रतिगामी हवाएँ न होती, तो इस ग्रह (पृथ्वी) के सम्मे इतिहास काल में ध्रुवीय चतुर्थी वायु क्षेत्रों का आरोग्यक प्रभाव पृथ्वी के घूर्णन को यदि बन्द न कर बहुत कम तो अवश्य हो कर देना।

भौगोलिक परिस्थितियों के द्वारा वायु का सामान्य परिसंचरण परिचालित होने पर बाधित होता है। उच्च पर्वतीय शृंगनाएँ हवा को ऊपर उठा देती हैं। रेगिस्तान पर से गुजरने पर वायु गर्म हो जाती है। बर्फीले क्षेत्र वायु को ठण्डा कर देते हैं और मरुत सागर अपने पानी के तापक्रम के अनुसार वायु को गर्म कर देते हैं या ठण्डा। प्रशांत तथा अन्धमहासागर के ऊपर से गुजरने पर हवाओं में बड़ा धैर्यजन परिसंचरण पैदा हो जाता है। “अद्व” अक्षांशों के समीप स्ट्रैटस्मिथ के नीचे से आने वाली शीतल वायु इन महासागरों के मध्यवर्ती क्षेत्रों पर नीचे बैठ जाती है। जैसे ही यह पार्श्वों में फैलती है, गरम हो जाती है और पृथ्वी का घूर्णन उम्र वायु को वृत्ताकार गति प्रदान करता है। इस प्रकार से इन महासागरों के ऊपर वायु के विराट् चक्र बन जाते हैं—एक उत्तरी अन्धमहासागर के ऊपर तथा दूसरा उत्तरी प्रशांत महासागर के ऊपर, ऐसा ही चक्र दक्षिणी प्रशांत महासागर तथा दक्षिणी अन्ध महासागर पर भी बन जाता है। प्रत्येक गोलाकार में यह जोड़ा इस प्रकार से गति करता है जैसे कि एक दूसरे के साथ “गिर” किया गया हो। उत्तरी गोलाकार में घड़ी की सुई चलने की दिशा में तथा दक्षिणी गोलाकार में उसके विपरीत दिशा में। चूंकि इनके केन्द्रों में वायु बाहर में आती है इसलिए महासागरों के ऊपर इन हवाओं के चक्कर बड़े होने जाते हैं। किनारों पर पानी छिड़कने वाले यन्त्र की तरह वायु बड़ी मात्रा में परे धकेल दी जाती है। कैरिबियन सागर में आने वाली ऐसी हवाएँ पूर्वी संयुक्त राज्य अमेरिका में गर्म श्रुतु साती है और उत्तरी अन्ध महासागर से आने वाली शीतल वायु ब्रिटिश द्वीपों में शीत श्रुतु साती है। प्रशांत महासागर पर उत्तरी क्षेत्र से आने वाली शीतल वायु पश्चिमी राज्यों तक पहुँच सकती है जबकि दक्षिणी सागरों से आने वाली गर्म वायु जापान तक पहुँचती है।

भूमि से समुद्र या भील की ओर तथा समुद्र या भील से भूमि की ओर चलने वाली हवाएँ समुद्र के किनारे पर दिन और रात के मध्य तापक्रम के बढ़ने या घटने में उत्पन्न होती हैं। दिन के समय भूमि, पानी की अपेक्षा शीघ्र गरम हो जाती है और रात को जल्दी ठण्डी भी। अपेक्षाकृत गर्म क्षेत्र में आने वाली हवाएँ दिन के समय पानी से भूमि की ओर चलती हैं और अन्धेरा होने के पश्चात् विपरीत दिशा में। ऐसी हवाएँ उष्ण प्रदेशों में ज्यादा प्रत्यक्ष रूप से चलती हैं, और समुद्र और पहाड़ों के मिलने के स्थान पर इनका विस्तार बहुत अधिक होता है। निःसन्देह ही भीलों, पहाड़ों, दर्रा इत्यादि की निकटता एवं उस स्थान की स्थिति के कारण अनेक प्रकार की विविध वायविक परिस्थितियाँ बनती हैं।

नीचे से ऊपर और ऊपर से नीचे अव्यवस्थित रूप से गति करने वाली उष्ण हवाएँ प्रायः महाद्वीपों की भूमि पर चलती रहती हैं, विशेषकर उस अवस्था में जबकि भूखण्ड की सतह एक सी न हो, वही पर जंगलात हों और उसके बाद जोती हुई या ऊसर भूमि हो। इस तथ्य की सच्चाई की जाँच के लिए हमें केवल आकाश में मड़राने वाले पक्षियों को देखने की आवश्यकता है जो कि वृत्ताकार में उड़ते हुए दिखाई देते हैं। इस प्रकार से पक्षियों का हवा में तैरना न तो उनकी भ्रुण बनाकर रहने की आदत

का ही परिणाम है, और न इससे यह प्रतीत होता है कि उनको सीधी पंक्ति में उड़ने से कुछ घृणा है, तथा न ही इस प्रकार से वे प्रकृति के नियमों के विरुद्ध उड़कर अपनी योग्यता का ही परिचय देना चाहते हैं, जैसा कि एक पक्षीशास्त्री ने कभी कहा था। वास्तव में पक्षियों का इस प्रकार से उड़ना उनका गर्म हवा के स्थानीयकृत स्तम्भों (नोकलाइज्ड कालम) में रहने का एक तरीका है—गर्म हवा जो नीचे की बहुत गर्म भूमि पर से ऊपर उठती है। मानव ने भी इन उष्ण हवाओं में, बिना मोटर के हवा में तैरने वाले हल्के यानों की सहायता से उड़ना सीख लिया है। ऐसा करने से उसने यह ज्ञान प्राप्त किया है कि एक वायुधारा एक समय ऊपर चढ़ रही होती है, पानी में बुलबुले की तरह फूटकर एक दम रुक सकती है और नीचे की ओर चलना शुरू कर सकती है। उष्ण वायवीय धाराएँ कभी तो बड़ी और एकसौ चलने वाली होती हैं और विशेषकर गर्मियों की ऋतु में उनके ऊपर प्रायः मेघपुंज भी उपस्थित होते हैं, जिनकी गरज होती है।

ऊपरी वायुमण्डल में भी हवाएँ चलती हैं, जो भूमितल के पास चलने वाली हवाओं की तरह ही होती हैं। ऊँची हवाओं के क्रम उतने ही जटिल और बदलने वाले होते हैं जैसे कि नीचे की हवाओं के। इस समय इस विषय में हमारी जानकारी बहुत अधूरी है परन्तु उत्काओं का मोड़ बनाते हुए गिरना, निशादीप्त बादलों की गतिविधि, तथा गुम्बारों की उड़ानें, इत्यादि इस बात की सूचक हैं कि उत्तरी गोलार्द्ध पर बीस से पचास मील की ऊँचाई के मध्य में हवाएँ मुख्यतया गर्मियों में पूर्व अथवा उत्तर पूर्व से, तथा सर्दियों में पश्चिम या उत्तर-पश्चिम की ओर से आती हैं। पचास मील से ऊपर सम्पूर्ण वर्ष मुख्यतः पश्चिमी हवाओं के चलने के चिह्न मिलते हैं। परन्तु यह सर्वथा निश्चित नहीं है।

ट्रोपोपॉज के समीप एक बहुत ही सक्रिय वायु प्रणाली पाई जाती है, जिसे जैट धाराओं (जैट स्ट्रीम) का नाम ठीक ही दिया गया है। सन् १९२३ में ही जर्मन वैज्ञानिकों ने उच्च पश्चिमी हवाओं से संबंधित एक अत्यधिक वेग से चलने वाली वायु धारा का पता लगाया था जो कि अपेक्षाकृत तंग है। इस जैट स्ट्रीम की उपस्थिति अब स्वीकार कर ली गई है और सामान्य वायुमण्डलीय संचार में सदा उपस्थित होने वाला एक घटक मान लिया गया है। वैज्ञानिक इसकी उपस्थिति को अभी तक ठीक प्रकार से सिद्ध तो नहीं कर सके हैं जैसा कि वे चाहते हैं परन्तु इस धारा के विशिष्ट लक्षण ज्ञात कर लिए गए हैं। यह जैट स्ट्रीम तुलनात्मक दृष्टि से वायु की एक तंग नदी है—केवल तीन सौ मील चौड़ी—जिसके दोनों ओर कुछ शान्त वायु की पट्टियाँ हैं। यह पृथ्वी के चारों ओर एक लगातार चलने वाली धारा नहीं है अपितु अधिकतर हवा के भोंकों या धक्कों की एक शृंखला है जो कि बड़े-बड़े होते हैं। विपुल-वृत्त के उत्तर के आसपास कहीं से ध्रुवों की ओर तथा दस और चालीस हजार फुट के मध्य में चल रही यह वायु की तंग धारा सम्भवतः उच्च गति से हजारों मील तक चलती रहती है।

इस जेट धारा या ऐसी अन्य जेट धाराओं के कारण के विषय में वैज्ञानिक अभी तक सहमत नहीं है। फिर भी यह लगभग निश्चित है कि यह ठण्डी ध्रुवीय हवा जो कि दक्षिण की ओर चल रही होती है और गरम उष्ण कटिबन्धी उत्तर की ओर चलती हुई हवा के मध्यवर्ती दावों का परिणाम है। यह हो सकता है कि सौर ऊर्जा जो कि उस क्षेत्र में शोषित होती है, इन धाराओं को गति-वेग देती है। निःसन्देह ही यह महत्वपूर्ण है कि सबसे ज्यादा गतिवेग उन क्षेत्रों के ऊपर पाये जाते हैं जहाँ कि गर्म समुद्री धाराएँ ठण्डे प्रदेशों के समीप चलती हैं क्योंकि सर्पिल मार्ग, जो ये वायु धाराएँ ग्रहण करती है, विपुल्वतीय तथा ध्रुवीय क्षेत्रों की हवाओं में ताप का पर्याप्त विनिमय करता है। "जेट स्ट्रीम" मुख्यतः ससार की अधिकांश ऋतुओं पर प्रभाव डालती है।

इस प्रकार हवाएँ उस समय ऊपर उठती हैं जब कि पृथ्वी पृष्ठ के दो भागों के तापक्रमों में अन्तर होता है और इसलिए ही उनके ऊपर उपस्थित वायु की तहाँ में अन्तर होता है। जब तक कि हमारी पृथ्वी के ऊपर वायु का यह धामियाना रहेगा और यह ऐसे प्रदीप्त सूर्य के चारों ओर घूमती रहेगी, जिसके पीछे प्रायः ताप रहित अन्तरिक्ष है, तथा जब तक उसके पृष्ठ पर विषमता रहेगी तब तक स्थानीय रूप से और विशाल पैमाने पर तापक्रमों में अन्तर रहेगा। ऐसा प्रतीत होता है कि हवाओं के भाग्य में अनन्त काल तक चलना ही लिखा है।

पाँववा अध्याय धुंध आकाश

किसी बड़ी नदी में मचर और चक्कर खाती हुई लहरों के समान ही तूफान भी पृथ्वी पर चलने वाली हवाओं के द्वारा ही प्रायः पैदा किये जाते हैं। विभिन्न कारणों अथवा अवस्थाओं से उत्पन्न हुए इन तूफानों में से कुछ एक तो कई सप्ताह तक परेशान कर सकते हैं। कुछ ऐसे भी होते हैं जो कि किसी गर्मी के दिन पैदा होते हैं। अत्यधिक सक्रिय होकर खुद समाप्त हो जाते हैं। एक तूफान, किसी महाद्वीप में सामान्य जीवन की सक्रियता में विघ्न उपस्थित कर सकता है जबकि कोई अन्य तूफान इतना छोटा भी हो सकता है कि उसके प्रभाव का क्षेत्र कुछ एक एकड़ ही हो। ये तूफान जीवन प्रदान करने वाली वर्षा या नाश, दोनों के ही कारण बन सकते हैं। तूफान किसी न किसी रूप में पृथ्वी के सब भागों में प्रायः आते ही रहते हैं।

हम इन्हें कई नामों से पुकारते हैं, जैसे गरज भरे तूफान (थण्डर स्टॉर्म), ओला तूफान, वर्षातम तूफान, वर्ष के तूफान, गर्म और धूल के तूफान (ऑधियां), प्रभजन (हरीकेन), चक्रवात (साइक्लोन), टोर्नेडो, बर्फानी तूफान (मिलजर्ड)। यद्यपि इनमें से प्रत्येक की अपनी विशेषताएँ हैं तथापि एक चीज सांझी है—वह है जोर से चलने वाली हवा। गरजभरा तूफान, जैसा कि इसके नाम से स्पष्ट है, बहुत चमकती हुई बिजली और गड़गड़ाहट का प्रदर्शन करता है। धूल-मिट्टी के तूफान में उड़ते हुए धूल-कणों की बहुत मात्रा होती है। परन्तु धूल का होना हवाओं में आनुपंगिक है जो इसे उड़ा ले जाती है। टोर्नेडो तूफान को छोड़ कर बिजली की चमक तथा गरज का भी उन पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। तूफान जनित उपद्रवों का कारण वायु-पुंजों का एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाना है; अवक्षेपण (जैसा कि आगे बताया गया है) इनमें ईंधन का काम करता है; और फिर वहाँ पर विभिन्न घटनाएँ घटती हैं।

ठीक प्रकार से कहा जाये तो तूफान केवल उसी अवस्था में होते हैं जबकि वायु एक निश्चित वेग से चलने लगती है। १८०५ ईस्वी में ब्रिटिश एडमिरल सर फ्रेंसिस ब्यूफोर्ट ने जलयान-चालकों के मार्गदर्शन के लिए एक पैमाना बनाया था, जिसके अनुसार तूफानी हवाएँ वे थी जो जहाजों के रस्सों तथा मस्तूलों को नष्ट कर देती थी या जहाजों को हानि पहुँचाती थी। १८०६ ईस्वी में इस मापदण्ड में वायु के वेगों को सम्मिलित कर दिया गया और यह मापदण्ड आजकल ससार भर में सर्वथा मान्य है, और प्रचलित है। इस ब्यूफोर्ट पैमाने पर, जैसा कि आजकल भी उसका नाम है,

तूफानी हवाएँ ६४ मील प्रति घण्टा के वेग से प्रारम्भ होती हैं। प्रभञ्जन (हरीकेन) तथा टोर्नेडो की हवाएँ हम उपर्युक्त वेग से कहीं अधिक वेग की होती हैं। मग्नजो तूफान में भी हवाएँ कभी-कभी उक्त वेग तक पहुँच जाती हैं। इनका हम निम्न-लिखित वर्णन में केवल उन्ही तूफानों का वर्णन करेंगे जो कि परिभाषा में आते हैं।

पृथ्वी पर वायुमण्डलीय उपद्रवों में से सबसे अधिक विनाशोद्भूत प्रभञ्जन (हरीकेन) के होते हैं, जिसके माय मानव का मुकाबला है। हमें टोर्नेडो का प्रभाव तो एक साथ प्रकट नहीं होता और न ही इसी एक समय में उसका प्रभाव इतने बड़े क्षेत्र में होता है जैसा कि बर्फानी तूफानों में होता है। उक्त दोनों कमियों प्रभञ्जन में उसकी भीषणता तथा वेग में पूरी हो जाती है। अपने जीवनकाल में जो कि कभी-कभी कुछ सप्ताह होता है—एक प्रभञ्जन पाच लाख वर्ग मील में भी अधिक क्षेत्र में विनाश-लीला रचा सकता है। हमें वायु का वेग प्रायः १५० मील प्रतिघण्टा तक पहुँच जाता है, और अन्त में यह कई टोर्नेडो तूफानों को जन्म दे सकता है। प्रवृद्ध होने पर प्रभञ्जन में ५०० ट्रिगियन अक्षय शक्ति (होर्म पावर) तक की ऊर्जा आ जाती है।

प्रभञ्जन (हरीकेन) अधिकतर धीप्पमण्डल के अन्त में तथा शरदमण्डल के प्रारम्भ में डोलड्रमो (विषुव प्रदान्त मण्डलों) के गुनगुने पानी के ऊपर बनते हैं। डोलड्रम वह प्रदान्त विषुवनीय पट्टी है, जो व्यापारी हवाओं के मध्य में होती है। विषुव पट्टी (इक्वेटर) के दम डिग्री उत्तर तथा दम डिग्री दक्षिण में उत्पन्न होने के बाद पहले वे आराम से पश्चिम की ओर चलते हैं। फिर उत्तरीय गोलार्ध में प्रदान्त अथवा अन्धमहासागर के किनारे के साथ-साथ ऊपर की ओर मुड़ कर फिनीपीन्ग, चीन के समुद्रतट, जापान या संयुक्त राज्य अमरीका के पूर्वी तट पर जा टकराते हैं। दक्षिणी गोलार्ध में वे आस्ट्रेलिया तथा अफ्रीका के पूर्वी तट पर उतर आते हैं। दक्षिणी अन्धमहासागर के क्षेत्र में ऐसे तूफान नहीं आते क्योंकि वहाँ का जल पर्याप्त गर्म नहीं है जो कि इन तूफानों के उत्पन्न होने और बढ़ने में सहायक हो। एक बार बन जाने के बाद हरीकेन तूफानों का जोर बढ़ता जाता है जब तक कि वह आर्द्र वायु, जिससे ये बढ़ते हैं, किसी महाद्वीप द्वारा न रोक दी जाय या ध्रुवों से आने वाली ठण्डी हवाएँ उसे ठण्डा न कर दे।

संकेतो को समझने वाले व्यक्तियों को प्रभञ्जन (हरीकेन) के आने की सूचना कई दिन पहले ही प्राप्त हो जाती है। तापक्रम में धीरे-धीरे वृद्धि, बॅरोमीटर के दाब में निरन्तर कमी तथा निश्चित समय में पैदा होने वाली समुद्री लहरों की सख्या में कमी ऐसे तूफानों के प्रारम्भिक संकेत हैं। बहुत दूर समुद्र में प्रभञ्जन की जोरदार हवाएँ समुद्र में बड़ी-बड़ी लहरे पैदा कर देती हैं जो तीस मील प्रति घण्टा के वेग से आगे बढ़ती हुई इस आने वाले खतरे की सूचना दे देती हैं। सामान्यतया, व्यापारी हवाओं के प्रभाव से लहरों के बनने का अन्तर आठ लहरें प्रति मिनट होता है। जैसे-जैसे प्रभञ्जन निकट आता है, वह अन्तर चार या पाँच लहरों में परिवर्तित हो जाता है, लहरों का आकार बड़ जाता है। यदि लहरें देर तक एक ही दिशा से आती रहें

तो यह समझा जाता है कि तूफान शीघ्र ही पहुँच रहा है। परन्तु यदि दिशा बदल जाय तो समझ लो कि दूसरी ओर हट रहा है।

जब तूफान लगभग पाँच सौ मील दूर होता है तो पहले वायुमण्डलीय संकेत दिखाई देते हैं। ये प्रायः रगदार ऊँचे बादल होते हैं जो कि आकाश में एक ही स्थान से बनते हुए दिखाई देते हैं। जैसे-जैसे ये बादल गाढ़े होते जाते हैं, सूर्य अथवा चन्द्रमा एक प्रभामंडल से घिर जाते हैं। शीघ्र ही नीचे के गाढ़े बादल ऊँचे बादलों से भिन्न दिशा में वेग से आकाश में गमन करते हैं। बादलों के इस विराट् दृश्य के अन्त में गहरे काले रंग के बादलों की एक दीवार निकट आने लगती है, जिसको 'बार क्लाउड' कहते हैं। दो से पाँच मील पर पहुँचने के बाद ये बादल दूर-दूर तक फैल जाते हैं। जब यह दीवार पास आ जाती है तो फिर कुछ क्षान्ति हो जाती है, और तूफान के आने का डर नहीं रहता। तुरन्त बाद ही रुक-रुक कर प्रचण्ड हवाएँ आरम्भ हो जाती हैं। तेज वर्षा तथा आवाज के साथ हवा के जोरदार झोंके शीघ्र ही चलने लगते हैं। ज्यों-ज्यों तूफान समीप आता जाता है, ये चिह्न भी प्रचण्ड रूप धारण करते जाते हैं।

प्रभजन (हरीकेन) उत्पन्न होने के लिए गर्मी, आर्द्रता एवं समतल पृष्ठ, जिससे नीचे स्तरो पर वायु भली प्रकार बह सके, आवश्यक है। समुद्र की शांत विस्तृत सतह पर जब सूर्य की गर्मी पड़ती है तो बहुत बड़े परिमाण में वायु गर्म हो जाती है, और साथ ही वह वायु जलवाष्पों से सतृप्त भी हो जाती है। गर्म हुई यह हवा ऊपर उठती है और उसका स्थान ग्रहण करने के लिए आसपास की वायु वहाँ आ जाती है। यह क्रिया यद्यपि सयमित होती है, परन्तु होती है बहुत बड़े पैमाने पर। माली में बहते हुए पानी पर जैसे पृथ्वी के घूर्णन का सर्पिल प्रभाव होता है, इसी प्रकार (उत्तरी गोलार्द्ध में) आने वाली हवा से, एक वामावर्त घुमाव पैदा हो जाता है। गर्म हुई वायु इस प्रकार से बट खाती हुई ऊपर ही ऊपर चढ़ती जाती है।

इस प्रकार से गर्म वायु के ऊपर चढ़ने से दाब में कमी हो जाती है। दाब में कमी के कारण वायु फैलती है, फैलने के कारण शीतल हो जाती है और शीतल होने के कारण उसमें उपस्थित जलवाष्पों का अवक्षेपण (प्रेसिपिटेशन) हो जाता है। अन्त में अवक्षेपण के द्वारा आर्द्र वायु में उपस्थित गुप्त ताप का निःसरण होता है, और इस प्रकार प्रभजन (हरीकेन) का ईंधन जल उठता है। वायु जो पहले बहुत धीरे चल रही थी, बढ़ कर हवा के झोंके में बदल जाती है, और तत्पश्चात् यह झोंका जोरदार हवा अथवा तूफान का रूप ले लेता है एवं शीघ्र ही एक शक्तिमान प्रभजन (हरीकेन) बन जाता है। यदि इस नवजात शिशु को जन्म होते ही नहीं मरना, तो उसे ऊँचे स्तरो पर ऊपर चढ़ती हुई धाराओं द्वारा मुहैया की गयी वायु की बड़ी मात्रा बाहर धकेल देगी। इस वायु का दाब दस लाख पाउण्ड तक का हो सकता है।

उष्ण कटिबंध में लगभग तीस हजार फुट की ऊँचाई पर विश्वसनीय और तार चलने वाली व्यापारिक हवाएँ अदृश्य हो जाती हैं और इनका स्थान विशुद्ध वायुमण्डल ले लेता है। यहाँ पर वायवीय भवर दक्षिणावर्त तथा

दिशाओं में चलते हैं। जब ऊँचे स्तर का दक्षिणावर्त भंवर निचले स्तर वाले वामावर्त भंवर के साथ मिलता है, जो प्रारम्भिक प्रभजन होता है, तो परिणामस्वरूप कमन-शील चीज पैदा होती है, और वह तब तक रहती है, जब तक इसमें और आर्द्र वायु सम्मिलित होती रहती है। आर्द्र वायु भूमि पृष्ठ पर से ऊपर चढ़ती है तथा ऊँचाई पर पहुँचने पर इसमें से आर्द्रता एक शक्ति निचुड़ जाती है। वायु की ऊपर की ओर चढ़ाई के कारण ही वहाँ से बनते हुए बादल दृष्टिगोचर होते हैं। निचले स्तर पर चलती हवाओं के कारण बादल पृथ्वी पृष्ठ के साथ-साथ जाकर प्रभजन में मिल जाते हैं।

इस प्रकार पूर्ण योथन को प्राप्त प्रभजन में वायु गति से ऊपर चढ़ती जाती है और बादलों के साथ मिलकर पचहत्तर से पाँच सौ मील के व्यास का वायवीय भंवर बनाती है, जो आसमान में सम्मत दम मील ऊँचाई तक पहुँचता है। इसका केन्द्र जिसको प्रभजन की "आंख" कहते हैं, विलक्षण प्रकार का क्षेत्र है जहाँ कि शांत वातावरण होता है। यह क्षेत्र व्यास में पाँच से पचास मील तक होता है। भूपृष्ठ के पास के बादलों को छोड़ कर क्षेत्र यह सम्पूर्ण क्षेत्र प्रायः साफ होता है। प्रभजन की बाह्य सीमाओं से हवाएँ अन्दर की ओर बढ़ती हुई तेजी पकड़नी जाती हैं। यह गति वेग "आंख" क्षेत्र के ठीक बाहर बहुत अधिक होता है। अधिक से अधिक गतिवेग एक सौ छयासी मील प्रति घंटा १९३८ ईस्वी में न्यू इंग्लैंड के एक तूफान में माउंट वाशिंगटन ऋतु वेधशाला ने रिकार्ड किया था।

यद्यपि धूमते और चक्कर खाते हुए प्रभजन में हवाएँ उच्च गति वेगो पर पहुँच जाती हैं तथापि पार्श्वीय गति लगभग बारह मील प्रति घंटा तक की ही होती है। कभी-कभी तो प्रभजन लगभग एक ही जाता है और कभी-कभी बिरोधकर जब कि वह पश्चिमी हवाओं के क्षेत्र में हो, साठ मील प्रति घंटा के गति वेग से दौड़ता है। जब प्रभजन भूमि पर से गुजरता है तो उसके मार्ग में एकदम कुछ परिवर्तन होता है। इस बात में उसका व्यवहार मच्छों के धूमते हुए उस लट्ठू के समान होता है, जो किसी वस्तु के साथ टकराकर नयी दिशा ग्रहण करता हुआ धूमने लगता है।

दो प्रभजन आपस में एक दूसरे से बहुत कम मिल पाते हैं। यदि दो एक ही क्षेत्र में उत्पन्न हो जायें, तो वे एक दूसरे को आकर्षित करते हैं और पास पहुँच कर एक दूसरे के साथ-साथ चलने लगते हैं, मानो नाच रहे हों। चूँकि वे दोनों ही बीच के स्थान की वायु को भारी मात्रा में अपनी ओर खींच रहे होते हैं, इसलिए पहले वे पास-पास हो जाते हैं। पास पहुँचने पर उनका वेग मध्य में अधिक वायु के न होने के कारण कम हो जाता है। बहुत पास पहुँचने पर वे इस प्रकार से धूमते हुए चक्कर काटते हैं जैसे कि वे दोनों मुष्टि-युद्ध प्रतियोगिता में भाग ले रहे हों। परन्तु वे एक दूसरे में मिल नहीं पाते और कुछ समय के पश्चात् एक दूसरे से दूर हटना प्रारम्भ कर देते हैं और उनकी तेजी फिर बढ़ने लगती है। सितम्बर १९५१ ईस्वी में वरमुडा में ऐसे ही दो प्रभजनों की आपस में मुठभेड़ हुई थी। जैसे ही एक विनाशक प्रभजन,

जिसमें वायु का गतिवेग एक सौ साठ मील प्रति घंटा था, वना, एक अन्य प्रभंजन उस स्थान से लगभग चार सौ पचास मील दूर अन्ध महासागर में बन गया और दोनों एक दूसरे के पास आने लगे। उपर्युक्त चक्रवर्त्य के बाद दोनों ही प्रभंजन खुले अन्ध महासागर की ओर भाग गये और खतम हो गये।

प्रभंजनों से हानि वेग से चलने वाली हवा, वर्षा तथा दाब में अन्तरों के कारण से होती है जिन्हें भारी परिमाण में वायु तथा पानी के स्थानान्तर उत्पन्न करते हैं। प्रभंजन के भयानक झोंके की टक्कर एक सौ पाउण्ड प्रतिवर्ग फुट के बराबर होती है। ऐसी ही टक्करों से मकान भी टूट जाते हैं या ध्वस्त हो जाते हैं। अनेक वस्तुएँ प्रक्षिप्त अस्त्र की भाँति उड़ती हुई दूर चली जाती हैं। प्रभंजन द्वारा रेलगाड़ियाँ तक रेलवे लाइन पर से उड़ा दी गई हैं और भारी तोपें अपने स्थान से हट गई हैं। ऐसे तूफानों से कभी-कभी जल-प्रलय आ जाता है, एक इंच प्रति घण्टा की दर से चौबीस घण्टे मूसलाधार बृष्टि होने से बाढ़ तक आ जाती है। एक बार फिलिपीन में चौबीस घण्टों में छयालीस इंच वर्षा हुई थी, जैमाइका में साठे छयानवे इंच वर्षा चार दिन में हुई थी। इसके अतिरिक्त तटवर्ती क्षेत्रों में प्रभंजन द्वारा उत्पन्न पानी की विशाल लहरें भूमि को जल-प्लावित कर देती हैं। कभी-कभी तो चालीस मील प्रति घण्टा के वेग से समुद्री लहरें तट पर जोर से टकराती हैं और नीची जमीन को डुबो देती हैं। कभी-कभी ये जोरदार लहरें मजबूत से मजबूत समुद्री दीवारों को भी तोड़ देती हैं। ऊपर उठती हुई धाराओं के कारण, एक बड़ा प्रभंजन भूमि के एक वर्ग मील के ऊपर वायु दाब को २० लाख टन तक कम कर देता है, जबकि दूसरी ओर विक्षुब्ध समुद्र दसियों लाख टन प्रति वर्गमील का अतिरिक्त दाब पैदे पर डाल देता है। इस प्रकार से एकदम इतने बड़े पैमाने पर दाबों के स्थानान्तर के कारण कभी-कभी भूचाल तक आ जाते हैं। विश्वास किया जाता है कि १६२३ ईस्वी में जापान में ऐसा ही विनाशकारी भूचाल प्रभंजन द्वारा पैदा किया गया था।

प्रभंजनों द्वारा होने वाली हानि को कम करने के लिए समुक्त राज्य अमेरिका की सरकार ने हरीकेन रेडार यन्त्रों का एक जाल सा टेक्सास से मेन तक बिछाया हुआ है और समुद्र पार के सैनिक प्रतिष्ठानों में भी रेडार यन्त्र लगे हुए हैं जो कि तूफानों का पता लगा सकते हैं। इन केन्द्रों से ऋतु संबंधी सूचनाएँ वाशिंगटन स्थित मौसम भविष्यवाणी केन्द्र को भेजी जाती हैं। इसी प्रकार सैकड़ों तटवर्ती केन्द्रों से मौसम का हाल जानने के लिए छोड़े गये बुझारों, जलयानों तथा वायुयानों द्वारा बहुत सी उपयोगी रेडियो सूचनाएँ उपर्युक्त केन्द्र को भेजी जाती हैं। प्रभंजन के आने पर केन्द्र से उसकी स्थिति, वायु के गतिवेग, दिशा इत्यादि के सम्बन्ध में नवीनतम सूचनाएँ समाचार वितरण केन्द्रों तथा प्रसारण केन्द्रों को भेजी जाती हैं। इसी प्रकार वायु सेना और जलसेना के अड्डे इत्यादि को भी वे सूचनाएँ भेजी जाती हैं। ऐसी जानकारी इलेक्ट्रॉनिकी गणक यन्त्रों को भी दी जाती है, जिसकी सहायता से पिछले तूफानों के आचरण के आधार पर विदित हो जाता है कि प्रभंजन (हरीकेन) की वास्तविक स्थिति क्या है, और उसका आचरण क्या रहेगा।

यद्यपि प्रभञ्जन की इतनी बड़ी शक्ति वास्तव में भयजनक है, तथापि सफेन्द्रित प्रचण्ड रोष में टोर्नेडो तूफान का मुकाबला और कोई भी चायवीय क्षीभ नहीं कर सकता। उत्तरी अमेरिका का अन्दर का प्रदेश ऐसा क्षेत्र है जिसमें सारे ससार से अधिक विनाशकारी टोर्नेडो तूफान आते हैं। यद्यपि टोर्नेडो ससार भर के सभी महाद्वीपों में आते हैं फिर भी संयुक्त राज्य अमेरिका तथा आस्ट्रेलिया के सिवा शेष स्थानों पर उनका अनुभव नहीं होता। आस्ट्रेलिया में भी टोर्नेडो प्रायः अमेरिका महाद्वीप की तरह ही आते हैं, परन्तु कम प्रचण्ड होते हैं। इस घाताव्दी में औसतन लगभग दो सौ टोर्नेडो संयुक्त राज्य अमेरिका में रिपोर्ट किये गये हैं। परन्तु सम्भवतः सूचना तथा रिपोर्ट के अधिक अल्पे साधन होने के कारण १९५७ ईस्वी में इन से अढ़ाई गुना तथा १९५८ ईस्वी में लगभग पांच गुना ये तूफान आये। सम्पूर्ण अठ्ठासीस राज्यों में ये रिपोर्ट किये गये हैं। वे सभी महीनो में आते हैं परन्तु अधिकतर मई में तथा सब से कम दिसम्बर में आते हैं।

टोर्नेडो तूफानों की उत्पत्ति अचानक होती है। ये कई प्रकार की परिस्थितियों के कारण पैदा होते हैं, यद्यपि साधारणतया गर्म तथा आर्द्र दक्षिणीय वायु के बहुत बड़े पुंज की उत्तरी क्षेत्रों से आने वाली शीतल एवं शुष्क वायु के बड़े पुंज के साथ टक्कर के परिणामस्वरूप इनका जन्म होता है। गर्म वायु की तह प्रायः आठ हजार से दस हजार फुट मोटी होती है और शीतल वायु पांच हजार से छ. हजार फुट की ऊँचाई पर अन्दर प्रवेश करती है। ऐसा होने पर गर्म वायु का उच्च स्तर ऊपर उठता है। इस प्रकार सबसे ऊपर गर्म वायु की तह, उसके नीचे शीतल वायु की और फिर नीचे गर्म वायु की तह, अर्थात् एक "सैंडविच" सी बन जाती है। इस वायु के मिश्रण के बाहरी भाग पर अत्यन्त क्षीभ पैदा हो जाता है। एक हलका सा भँवर कभी-कभी एक तेज तूफान में बदल जाता है, जिसमें से गर्म वायु ऊपर आकाश में उठने लगती है, जैसे कि एक अस्थिर तैराक के नीचे से बीच बाल खिसकर ऊपर आ जाती है।

पृथ्वी पृष्ठ के साथ चलती हुई जो वायु उठती हुई वायु के क्षेत्र में जाती है, उसे पृथ्वी का घूर्णन, भँवराकार गति प्रदान करता है। जैसे कि बर्फ पर चलने वाला एक "स्केटर" या जिस प्रकार बेंले नर्तक अपने फेंले हुए हाथ शरीर के पास कर लेने से अधिक तेजी से घूमने लगता है उसी तरह वायु उठती वायु के नजदीक जाने पर और वेग पकड़ती है। ऊपर चढ़ने पर यह वायु फैलती है और ठण्डी हो जाती है। इस उत्पन्न शीतलता के कारण द्रवण हो जाता है, जिससे कि गुप्तताप शक्ति मुक्त होती है। यह शक्ति घूर्णन को चलायें रखती है और साथ ही वेग को भी बढ़ा देती है। इस प्रकार द्रवण का शक्ति का मूल स्रोत होना एक विवाद का विषय है। पचाम ईस्वी पूर्व तक रोमन त्यूक्रेटियस, टोर्नेडो तूफानों का सम्बन्ध विद्युतीय गतिविधि के साथ समझते थे। यही विचार अब फिर जड़ पकड़ रहा है। परन्तु एक टोर्नेडो किस प्रकार विद्युतीय शक्ति को प्रयुक्त कर सकता है, ज्ञात नहीं किया जा सका। टोर्नेडो की स के प्रारम्भिक चरणों में विद्युतीय घटना का कोई सम्बन्ध प्रतीत नहीं होता।

जब एक बार वायुमण्डल में एक चक्रवात के रूप में टोर्नेडो बन जाता है, तब हो सकता है कि विद्युतीय ताप अथवा विद्युतीय वायु प्रभावों से उसमें वृद्धि होती हो।

यद्यपि इनकी गति की दिशा निश्चित नहीं होती, तथापि आम तौर पर उत्तरी गोलार्द्ध हर टोर्नेडो तूफान दक्षिण-पश्चिम की ओर से उत्तर-पूर्व की ओर गति करते हैं। बताया जाता है कि ये वृत्तों में अथवा अंग्रेजी की सस्या आठ के आकार में गति करते हैं, फिर ये अंग्रेजी अक्षर यू की तरह घूम जाते हैं और फिर शान्त हो जाते हैं। तीव्र गर्जन के साथ ये एक सौ तीस मील प्रति घंटा के वेग से गति कर सकते हैं यद्यपि इनका औसत गतिवेग लगभग पच्चीस मील प्रति घंटा है। खुले मैदानी क्षेत्र में ये अधिक देर तक रहते हैं और सीधे गति करते हैं, यद्यपि उनकी "पीक" इधर-उधर ऊपर-नीचे हिचकोले खाती देखी जा सकती है। पहाड़, बड़ी-बड़ी इमारतें तथा अन्य रुकावटें उसके मार्ग को बदल सकती हैं। आशा के विपरीत पहाड़ों के वे पृष्ठ जहाँ आम तौर पर वायु टकराती है और पहाड़ों की चोटियाँ भी, एकान्त घाटियों की अपेक्षा आक्रमण का कम निशाना बनती हैं। टोर्नेडो तूफान का घाटियों में जाने का एक प्राकृतिक स्वभाव होता है, जैसे कि बच्चों का मिठाई के थैले तक पहुँचने का स्वभाव होता है। सौभाग्य से टोर्नेडो का रास्ता अपेक्षाकृत संकरा होता है। इसकी चौड़ाई कुछ फुट से लेकर कुछ मीलों तक होती है, और औसत रूप में एक टोर्नेडो पच्चीस मील से कम ही दूर तक जा पाता है। टोर्नेडो का औसत जीवन लगभग आठ मिनट होता है और किसी एक विशेष स्थान पर वह केवल पन्द्रह मिनट तक ही रह पाता है। परन्तु थोड़े ही ऐसे टोर्नेडो होते हैं जिन्हें औसत टोर्नेडो कहा जा सके। एक टोर्नेडो का आक्रमण सात घंटे तक रहा और इस समय वह तीन सौ मील चला गया।

आते हुए टोर्नेडो की गरज बहुत भीषण और कानों को बहरा कर देने वाली होती है। यदि तुलना की जाय तो एक टोर्नेडो की आवाज की गरज रात के समय दस हजार रेलवे ट्रेनों के एक साथ गुजरने की आवाज के बराबर होती है या दस लाख बैलों के एक साथ रंभाने की आवाज के तुल्य अथवा जैट वायुयानों के एक स्क्वैड्रन के इकट्ठा उड़ने की आवाज के बराबर होती है। यह गरज इतनी ऊँची होती है कि टोर्नेडो से गिराये गये भवनों और उखाड़े गये वृक्षों की आवाज नहीं आती। इस भयोत्पादक प्रभाव के साथ तड़ित भ्रम, मूसलाधार वर्षा अथवा ओलाबारी होती है। टोर्नेडो की पीक के साथ-साथ विजली की चमक भी खूब आती है।

घूर्णन करती हुई ये हवाएँ इतनी जबरदस्त गति से चलती हैं कि गति वेग नापने वाले यन्त्र, यदि उसमें रखे जायें तो टूट जाते हैं। परीक्ष विधियों से प्राप्त ज्ञान तथा सैद्धान्तिक गणनाओं द्वारा टोर्नेडो में वायु का ऊँचे से ऊँचा वेग दो से आठ सौ मील प्रति घंटा समझा गया है। जून १९५३ ईस्वी में मैसेचुसेट्स राज्य की वासॉस्टर काउंटी में जब टोर्नेडो तूफान आया तो ट्रांस्मीशन लाइन के टावर नष्ट हो गये थे, जिससे वायु के गति वेग का कुछ ठीक अनुमान लगाया जा सका। निर्माण के समय इन

टावरों के डिजाइन को इंजिनियरी विधियों द्वारा सावधानीपूर्वक टेस्ट कर लिया गया था। इनके नष्ट हो जाने से यह अनुमान लगाया गया कि हवा का गति वेग कम से कम तीन सौ पैंतीस मील प्रति घंटा, परन्तु तीन सौ पचहत्तर मील प्रति घंटा में अधिक नहीं था। टौनेडों के प्रभावों एवं गति वेग के अन्य अनुमानों से पता चलता है कि उनका वेग पाच सौ मील प्रति घंटा से अधिक भी हो सकता है, किन्तु ये आंकड़े कभी विवादग्रस्त हैं।

अत्यन्त तीव्र शक्ति की ऊर्ध्वदिक् वायु टौनेडों की पीक में पैदा होती है और आकाश के इस विशालकाय "वैक्यूम क्लीनर" ने बहुत सी बड़ी-बड़ी चीजों को भी हवा में उड़ा दिया है। लोहे के बड़े-बड़े पुल भटका देकर खींचकर उठा लिये गये हैं, और भुड़े-भुड़े लोहे के ढेर के रूप में कुछ दूरी पर उन्हें फेंक दिया गया है। मोटर-गाड़ियाँ और रेल के डिब्बे भी क्षीघ्रता से उठाकर फेंक दिये गये हैं। यहां तक कि ईंटों से भरे रेल के डिब्बे भी उलट दिये गये हैं। छतें और गिरजाघरों की चोटियाँ तथा फ़ास एक दर्जन मील दूरी पर फेंक दिये गये हैं। कन्सास में आये एक टौनेडों में बैलों का एक भुंड बहुत ऊपर उड़ गया था, जो उड़ते हुए बड़े-बड़े पक्षियों की तरह दिखाई देता था। मनुष्यों तथा पशुओं को बहुत दूर तक उठाकर ले जाने के पश्चात् बिना चोट के वापस उतारने के भी उदाहरण पाये गये हैं। १९५५ ईस्वी में दक्षिणी डकोटा के बाउडन नामक स्थान पर एक माता ने देखा कि टट्टू पर सवारी कर रही उसकी नौ-वर्षीय कन्या को टौनेडो उठाकर ऊपर आकाश में ले गया। डरी हुई माता नीचे से उसे देखती रही। आघा मील उड़ने के बाद उसी प्रकार से टट्टू पर सवार वह लड़की बिना चोट लगे जमीन पर आ गई। लड़की को कुछ हलकी-सी खरोंचों के अतिरिक्त कोई चोट नहीं आई। साथ ही टट्टू भी ठीक-ठाक था।

कोई जीवित वस्तु इस प्रकार से बहुत ऊँचाई तक ऊपर से जाई जाय और फिर आराम से भूमि पर टिका दी जाय, इस बात पर कोई विश्वास नहीं करेगा। सत्य यह है कि टौनेडों के शिकार जमीन पर फेंके नहीं जाते, अपितु ऊपर चढ़ती हुई वायु धारा द्वारा नीचे आराम से उतार दिये जाते हैं। यदि उस ऊँचाई से, जहाँ कि टौनेडो उनको ऊपर ले जाता है—जोकि शायद एक मील होती है—यदि कोई गिरे तो उसे अवश्य ही गम्भीर चोट आयेगी भले ही उसकी मृत्यु न हो पाये। यह स्मरण रहे कि टौनेडो हवा की ऊपर चढ़ती हुई बड़ी धारा द्वारा बनता है। इस पीक के बाहर भी वायु ऊपर की ओर गति कर रही होती है यद्यपि वस्तुओं को उड़ाकर ले जाने वाली अन्दर की वायु की अपेक्षा उसका वेग बहुत कम होता है। उस वायु में इतनी शक्ति जरूर होती है कि वह वस्तुओं को तैरा सके और यही हवा वस्तुओं को नीचे उतारती है।

टौनेडों के अम्पन्तर में जो सक्शन पैदा होता है, वह बोतलों पर लगे काँच को निकाल देता है, बन्द बक्स का ढक्कन खोल देता है, मानव शरीर पर से पहने उतार देता है। मुर्गी के चूजों के पल नोच डालता है, और मकानों का

विध्वंस कर देता है। स्मरण रहे कि वायुमण्डल का सामान्य दाब पन्द्रह पाण्ड प्रति-वर्ग इंच होता है। यह दाब बाहर तथा अन्दर की तरह बराबर होता है। टीनेडो की पीक में सक्दान के कारण दाब तीन से चार पाण्ड तक होता है। जब टीनेडो निकट आता है, तो घर में रखी अन्दर की वायु का दाब तो वही रहता है परन्तु बाहर वाला दाब कम हो जाता है। चार पाण्ड प्रति वर्ग इंच के दाब-अन्तर का अभिप्राय एक औसत खिड़की पर कई टन दाब हो जाता है। यह दाब एक दीवार पर सम्भवतः एक सौ टन और एक घर पर कई हजार टन का होता है, जिससे विस्फोट पैदा होता है।

टीनेडो के दो चचेरे भाई भी हैं, घूर्णनमेघस्तम्भ (वाटरस्पाउट) तथा बवण्डर (डस्ट डेविल)। इनमें से एक भी सौभाग्यवश इतना प्रचण्ड नहीं है जितना कि उनका दुष्ट सम्बन्धी। घूर्णनमेघ स्तम्भ एक समुद्रीय टीनेडो है। आकृति तथा शक्ति में वह टीनेडो से मिलता-जुलता है। यह एक साप के आकार वाला बादल है जोकि समुद्र की तरफ उतरता हुआ दिखाई देता है। बादल के नीचे का सिरा जैसे ही पृष्ठ पर तक पहुँचता है, पानी में मगनी सी फिरने लगती है, और ऐसा प्रतीत होता है जैसे कि पानी खोल रहा हो। अन्त में जब पानी का उठता हुआ शंकु के आकार का स्तम्भ और बादल का नीचे का सिरा मिलते हैं तो पानी की बहुत बड़ी बौछारें बन जाती है। घूर्णनमेघस्तम्भों का औसत गति वेग एक सौ मील प्रति घंटा होता है। तथापि वे टीनेडो से कभी कम भयानक होते हैं। ये प्रायः सप्ताह के बड़े-बड़े समुद्रों पर उत्पन्न होते हैं और उनकी सम्पूर्ण शक्ति समुद्र की गहराइयों में ही समाप्त हो जाती है।

बवण्डर (डस्ट डेविल) सूर्य से तप्त भूमि पर पैदा होते हैं। चूँकि वे इतने ऊँचे नहीं उठ सकते कि वायुमण्डल के शीतल क्षेत्रों तक पहुँच पाएँ जहाँ कि उनके अन्दर उपस्थित जलवाष्पों का द्रवण हो सके, अतः शक्ति का वह स्रोत इन्हें नहीं मिल पाता। इसीलिए बवण्डर को टीनेडो के बराबर का स्थान नहीं दिया जाता, अपितु निम्न श्रेणी दी जाती है। बवण्डर विभिन्न प्रकार की वायुमण्डलीय परिस्थितियों के अनुसार बनता है। ऐसा समझा जाता है कि यह गरम हवा के ऊपर उठने से उत्पन्न होता है, जो हवाओं के प्राकृतिक शोष में पकड़ी जाती है, जिससे बवण्डर घूमने लगता है। हवा के छोटे-छोटे बबूले प्रायः गर्मी के दिनों में दोपहर के समय गेहूँ के खेतों और बाजारों एवं गलियों में देखने को मिलते हैं। ये प्रायः एक मिनट से भी कम समय तक रहते हैं और कुछ पत्तों और धूलि को उड़ा देने के अतिरिक्त कुछ और नहीं कर पाते। कभी-कभी कोई एक इतना जोरदार हो सकता है कि वह किसी छत से कंकड़ों को नोच डाले। असली बवण्डर रेगिस्तान में पैदा होता है। सबसे बड़ा बवण्डर मिस्र देश में काहिरा के पास बना था। यह एक मील तक ऊँचा हो गया था और लगभग छः घण्टे तक चलता रहा। एक औसत बवण्डर की ऊँचाई इसके दसवें भाग के बराबर होती है और यह एक सौ फुट व्यास का होता है। इसको आसानी से टीनेडो से

पृथक् किया जा सकता है, क्योंकि यह भूमितान पर ही नाचना हुआ दिगार्द देता है जबकि टोनैडो एक वादन के नीचे लटकना हुआ दीगना है।

टोनैडो की उत्पत्ति, स्थिति आदि का ठीक ज्ञान प्राप्त करने के लिए इलेक्ट्रॉनिकी में सबसे अधिक सहायता मिलने की सम्भावना है। हमें ही इन भयानक और बहुत अल्प समय तक रहने वाले तूफानों का पता लगा सकते हैं। यह जानकारी बहुत आवश्यक है कि टोनैडो के वादनों की तटस्थ-दीप्ति विशेष प्रकार की वायु-मण्डलीय रेडियो की तरंगें छोड़ती है, जोकि अगाधारण उच्च आवृत्ति की होती है। इन्हें स्फेरिक्स कहते हैं। ये साधारण गरज भरे तूफान (षण्डर स्टार्म) में प्राज स्फेरिक्स या स्टेटिक तरंगों से भिन्न होती हैं। स्फेरिक्स डिटेक्टर उन गरज भरे तूफानों का पता समय पर ही दे देते हैं जिनसे टोनैडो बन सकते हैं, ताकि आने वाले गरज की सूचना आस-पास के लोगों को दी जा सके, जिनमें कि वे सम्मिल जाएँ। इसके अतिरिक्त रेडारों का प्रयोग टोनैडो के बन जाने के बाद उनके मार्ग की जानकारी प्राप्त करने के लिए पहले से हो रहा है। इस जानकारी में टोनैडो के रास्ते में पड़ने वाले लोग सुरक्षित स्थान पर चले जाते हैं।

प्रमंजन तूफान सबसे अधिक विनाशक माने गये हैं और टोनैडो सबसे अधिक उग्र। परन्तु गरज भरे तूफान ही अधिक पाये जाते हैं। यद्यपि वे अधिनगर गर्म वायु वाले स्थानों में तथा शीतोष्ण कटिबन्धों में, गर्मी की ऋतु में आते हैं, तथापि ध्रुवीय क्षेत्रों के लिए भी वे अपरिचित नहीं हैं। किन्तु उनकी संख्या तथा उग्रता उष्णकटिबन्धों में अधिक होती है। जावा में तीन सौ से अधिक साल में आते हैं। उष्ण अफ्रीका और दक्षिणी अमेरिका के कुछ भागों में ये तूफान वर्ष में गौ से भी अधिक आते हैं। संयुक्त राज्य अमेरिका का दक्षिणी भाग गरज भरे तूफानी मेघों की प्रमिद युद्धभूमि है। पैसाकोला, फ्लोरिडा, में सबसे अधिक ये तूफान आते हैं—वर्ष में लगभग नब्बे की औसत से।

सम्पत्तिनाश तथा मृत्यु सख्या के लिहाज से गरज भरे तूफान सबसे अधिक गम्भीर माने जाते हैं, क्योंकि इनकी सख्या और विस्तार वही ज्यादा होता है। जबकि प्रमंजन का कई दिन पहले से पता लग सकता है गरज भरे तूफान के विषय में पहले से ही निश्चित कुछ नहीं कहा जा सकता। इतना तो निश्चित है कि ये तूफान मध्याह्नोत्तर समय में तब अवश्य आते हैं जबकि किसी भीष्म ऋतु के प्रातः काल के समय अधिक गर्मी और आर्द्रता हो, परन्तु वे तूफान जिस स्थान विशेष में आयेंगे यह पहले सूचित नहीं किया जा सकता। हो सकता है एक क्षेत्र में तो सूर्य चमक रहा हो और उससे कुछ ही मील दूर हवा के जोर से वृक्ष जड़ से उखड़ रहे हों और घरों की छतों को उड़ाया जा रहा हो।

गरज भरे तूफान दो प्रकार के माने जाते हैं। एक तो अपने में सीमित उपद्रव है जो गर्म वायु में पैदा होता तथा बढ़ता है। साधारणतया यह भीष्म ऋतु के अन्त्य समय में आता है, जबकि पृथ्वी का पृष्ठ खूब गर्म हो चुका होता है।

दूसरे प्रकार का तूफान शीतल वायु पुंज के आगे के सिरे के पास होता है, जबकि वह गर्म क्षेत्र पर से अन्दर घुसता है। यह दूसरे प्रकार का तूफान वर्ष भर में किसी भी समय आ सकता है। शीत ऋतु की रात में बिजली की कौब के साथ गरज हो तो समझ लो कि यह शीत मोर्चा ऊपर से गुजर रहा है, जो इस तूफान का सूचक है।

गरज भरे तूफान पैदा होने के लिये गर्म तथा आर्द्र वायु की आवश्यकता होती है। यदि वायु न चल रही हो तो शीघ्र ही यह तूफान बन जाता है। निमदेह कुछ समय में गरज भरे तूफान में हवा के तेज झोके के साथ छोटे भी पड़ते हैं, परन्तु प्रारम्भ में हवाएँ नीचे से ऊपर जाने वाली हवाओं के मार्ग में बाधा पहुँचाती हैं, जिनसे उपद्रव पैदा होता है। इस प्रकार में ये तूफान बन जाते हैं। जैसे कि और तूफानों की अवस्था में होता है, ये तूफान भी उनी वायु से प्रारम्भ होते हैं, जो सूर्य की किरणों द्वारा गर्म कर दी गयी हो। जलपृष्ठ के विपरीत भूमि एक सी गर्म नहीं होती। एक मक्के का खेत, एक जंगल की अपेक्षा अधिक गर्म हो जाता है। एक घाटी किसी पहाड़ी क्षेत्र की अपेक्षा विभिन्न प्रकार से गर्म होती है। वायु का अधिक गर्म भाग ऊपर उठता है और अपनी इस यात्रा को प्रारम्भ करने के बाद वे तेजी से ऊपर चढ़ती हैं। इन हवाओं में आस-पास के क्षेत्रों से हवाएं आकर मिलती रहती हैं, और दस मिनट के समय में ही वायु का एक प्रकोष्ठ ऊपर चढ़ रहा होता है, जो कि तीन या इससे कुछ अधिक मोल ऊँचा होता है। यह प्रकोष्ठ एक तूफान के रूप में दिखाई देता है।

वादल के ऊपरी भागों में ऊपर चढ़ने वाली हवा की चाल पैंतीस मील प्रति घंटा तक पहुँच जाती है। इसमें से गुजरता हुआ वायुयान उस हवा को क्षुब्ध तथा भटके पैदा करने वाला पाता है। भूमि पर वायु के अन्त प्रवाह से एक हल्की सी हवा पैदा होती है। यदि हल्की सी हवाएं उस क्षेत्र पर चलने लगे, जिस पर कि गरज भरा तूफान विकसित हो रहा हो तो, हवाएं तूफान के एक ओर एक दूसरे को उदासीन कर देंगी और वहाँ तूफान से पहले की शान्ति दिखायी देगी।

ऊपर उठती हुई हवा जैसे ही ऊँचे और ठण्डे स्तरों पर पहुँचती है उसमें उपस्थित आर्द्रता वर्षा की बूंदों के रूप में द्रवित होने लगती है। जमाव बिन्दु के स्तर से ऊपर तीन या चार मील ऊपर बर्फ बनती है। शीघ्र ही ऊपर चढ़ने वाली हवाएं वर्षा तथा बर्फ के बढ़ते हुए भार को सहन नहीं कर सकती। जैसे ही ये भारी बूँदें पृथ्वी की तरफ आने लगती हैं, अपने साथ कुछ आस-पास की वायु को खींच ले आती हैं जिससे कि उस प्रकोष्ठ के भीतर ही नीचे की ओर चलने वाली वायु की उत्पत्ति हो जाती है। नीचे की ओर चलने वाली यह वायु नीचे की भूमि के लिए वर्षा लाती है और प्रचण्ड तूफान में ओले भी पड़ सकते हैं। ऊपर से नीचे आती हुई ठण्डी वायु तापक्रम को कम कर देती है। गरज भरे तूफान का यह एक विशेष गुण है। ऊपर जाने वाली और नीचे आने वाली हवाएं, हवा के बड़े तेज झोके पैदा करती हैं जिनका गतिवेग भूमि के ऊपर पचास मील प्रति घंटा होता है। बादलों में

भी खूब चमकती है। गरज भरे तूफान का यह विकसित रूप पन्द्रह से तीस मिनट तक रहता है।

नीचे आने वाली हवाएं बढ़ती जाती हैं तथा ऊपर जाने वाली हवाएं कम हो जाती हैं। नीचे आने वाली हवाएं जब प्रकोष्ठ के आर-पार फैल जाती हैं, तो तूफान को बढ़ोतरी देने वाली वायु का रास्ता बन्द हो जाता है। प्रकोष्ठ के ऊपरी भागों में द्रवण बन्द हो जाता है और नीचे आने वाली हवाओं की गति कम हो जाती है। भूसलाधार वर्षा, जो पहले अधिक थी, अब घट कर एक हल्की टिकाऊ वर्षा में बदल जाती है जो कि कई मिनट तक पड़ती रह सकती है। तब बादल बिखर जाते हैं, सूर्य चमकने लगता है और वायुमण्डल में पहले जैसी स्थिति हो जाती है।

मद्यपि मानव ने परमाणु के टुकड़े कर लिये हैं, समुद्र में उपस्थित टापुओं को उड़ा दिया है, और पृथ्वी के इदं-गिदं कृत्रिम चाद चला दिये हैं, फिर भी आकाश को काला करने वाले तूफान से पहले वह कहीं दूर भाग कर अपने आपको छुपाना चाहता है। कब छिपा जाय यह बात जानने का हम समय सतत प्रयत्न हो रहा है। परन्तु इसके साथ ही तूफानों के बनने तथा बढने के विषय में पूरी जानकारी भी प्राप्त की जा रही है। हो सकता है कि किसी दिन अनुसंधान द्वारा तूफान का यह डंक पूर्यक् कर दिया जाय। परन्तु उस दिन का अभी आरम्भ ही हो रहा है।

छठा अध्याय आकाश की विद्युत्

तड़ित् (आकाश की विद्युत्) की चमक एक सेकेण्ड के हजारवें भाग से भी कम समय के लिए रहती है। परन्तु यह क्रिया अनेक घटनाओं की जटिल शृंखलाओं का परिणाम होती है। आकाश और पृथ्वी के बीच हर रोज लाखों स्थानों पर होने वाली यह चमक इस बात का प्रमाण है कि सम्पूर्ण वायुमण्डल में विद्युत् विद्यमान है। प्रकृति की एक बहुत उल्लेखनीय घटना होने के कारण बिजली अथवा तड़ित्, इतिहास के प्रारम्भ से ही मनुष्य मात्र में भय तथा कल्पनाओं का संचार करती रही है। यद्यपि अब हम जानते हैं कि बिजली न तो भूतो के आदेश द्वारा गिरती है और न रुष्ट देवताओं का ही इससे कुछ संबंध है। ऐसा भी नहीं है कि यह अकस्मात् ही गिरती हो। वायुमण्डल से यह प्रकाण्ड विद्युतीय शक्तियों की पारस्परिक प्रतिक्रियाओं से उत्पन्न होती है और प्रकृति में शक्ति के सकेन्द्रित होने का एक प्रमुख उदाहरण है। तड़ित् अथवा बिजली तो वायुमण्डलीय विद्युत् का केवल एक पहलू ही है। हमारे चारों ओर होने वाले इस विद्युतीय नाटक के विषय में हम अभी तक बहुत कम जान पाये हैं।

वास्तव में पृथ्वी एक अतिकाय विद्युत् जनित्र केन्द्र का एक इलैक्ट्रोड है। इसका दूसरा इलैक्ट्रोड आयनोस्फियर है, जो ऊपरी वायुमण्डल की विद्युत्-वाहक तह है। सामान्य-तया पृथ्वी आपनोस्फियर के सन्दर्भ में लाखों वोल्ट ऋणात्मक विद्युत् से आवेशान्वित है। इस सत्तार में निवास करने वाले हम लोग इन दो इलैक्ट्रोडों के मध्य में रहते हैं। अतः उनके पारस्परिक अन्तर के कुछ भाग का हम पर प्रभाव पड़ता है। साफ से साफ दिन में भी हमारे सिर वास्तव में ऊपर उठे हुए होने के कारण, हमारे पैरों की अपेक्षा दो सौ वोल्ट अधिक धनात्मक विद्युत् आवेश वाले क्षेत्र में रहते हैं। कुहरेदार श्रुतु में सिर और पैर के वोल्टेज का अन्तर इससे दस गुना तक अधिक हो जाता है। धूल के तूफानों में, जो अर्द्ध-शुष्क और रेगिस्तानी क्षेत्रों में प्रायः आते हैं, यह अन्तर प्रति फुट तीन हजार वोल्ट तक हो जाता है, अर्थात् मनुष्य के सिर और भूमि के मध्य में अठारह हजार वोल्ट का अन्तर होता है। बादलों तथा वर्षा के मौसम में यह अन्तर बहुत परिवर्तनशील होता है—यदि फुट कुछ सैकड़ों से लेकर पन्द्रह हजार वोल्ट तक का।

वायुमण्डल की विद्युत् का यह अनियमित व्यवहार दो तन्त्रों के मध्य रसा-कशी का परिणाम होता है। एक में विद्युत् बनती है तथा दूसरी में यह विद्युत् वह

जाती है। पहला तन्त्र अद्भुत क्षमता का एक महान् पावर हाऊस है। हमारी पृथ्वी का विद्युत् आवेश (चार्ज) सम्भवतः एक घंटे में ही खत्म हो जाय यदि इसे लगातार फिर से ताजा न किया जा रहा होता। इतना होने पर भी विद्युत् का यह चार्ज बना रहता है। इसमें इस बात के संकेत हैं कि भौगोलिक समय में यह आवेश जैसा वा तैसा ही रहा है। विद्युतावेश के बह जाने के लिए भी उसनी ही वैविध्यपूर्ण प्रणाली है। गरज के साथ आने वाले तूफानों की गतिविधि आकाश में एक बड़े पावर स्टेशन के समान है। वायु के अदृश्य अणु, जिन्हे आयन्स कहते हैं, और जिनमें से एक इलेक्ट्रॉन कम या अधिक हो गया होता है, विद्युत् की सूक्ष्म मात्राओं को बखेरने के लिए बाहक का काम करते हैं।

प्रत्येक गरज भरा तूफान विलक्षण वेग से विद्युत् उत्पन्न करता है। करोड़ो वोल्ट का अन्तर इस तूफान के ऊपर और नीचे के भागों में होता है। चूँकि छः से आठ हजार गरज भरे तूफानों या तूफान प्रकोष्ठों, जो लगातार ही पृथ्वी के पृष्ठ के ऊपर आते रहते हैं, में से प्रत्येक एक घंटे के लगभग रहता है, इसलिए प्रत्येक चौबीस घंटे के समय में दो लाख गरज भरे तूफान आते हैं। इन सब तूफानों से एक सेकेंड में सम्भवतः सख्या में एक सौ से ज्यादा या एक घंटे में करीब तीन लाख विद्युत् क्षितिजों (घमक) पैदा होती है। प्रत्येक बार विद्युत् धाराएँ मुख्यतः ऋणात्मक आवेश वाली पृथ्वी में आती हैं, और लगभग उसी ही धनात्मक आवेश युक्त धाराएँ अथवा आवेश तूफान से ऊपर उठते हैं और आयनोस्फियर के भण्डार में जा मिलते हैं।

फिर भी जैसे ही ऐसा तूफान समाप्त हो जाता है, पृथ्वी का आवेश धीरे-धीरे निकल जाता है। वायु के एक घनइंच में एक लाख पचास हजार की संख्या में उपस्थित आयन्स उस विद्युतावेश के बाहक बन जाते हैं, और इस प्रकार विद्युत् के निकल जाने में सहायक होते हैं। इतने बड़े आयतन में वायु के साधारण अणुओं की संख्या अरबों-खरबों में होती है, इस प्रकार तुलनात्मक दृष्टि से उक्त संख्या भी बस्तुनः बहुत कम है। परन्तु यह वायु को सुधासक बना देने के लिए पर्याप्त है। यद्यपि आयन किसी निश्चित रफ्तार से नहीं उत्पन्न किये जाते, तथापि वायुमण्डल में ये विभिन्न प्रकार की प्रक्रियाओं द्वारा लगातार बनाये जा रहे हैं, ये प्रक्रियाएँ करने वाली हैं रेडियो-एक्टिव पदार्थ जो पृथ्वी में बहुत विरल मात्रा में लगभग सब जगह पाये जाते हैं; भूमि से निकल कर वायुमण्डल में सम्मिलित हो जाने वाली रेडियो एक्टिव गैसों, अन्तरिक्ष (वायुमण्डल) किरणों, सूर्य से प्राप्त "परावैगनी" (अल्ट्रावायलेट) प्रकाश तथा बिजली या तड़ित् सम्मिलित हैं। एक भीत ऊपर या समुद्र पर वायुमण्डल-किरणों का ही महत्त्वशाली प्रभाव होता है क्योंकि बड़ा प्राकृतिक रेडियो एक्टिविटी नाम-मात्र ही होती है।

आयनों के आवेशित होने के कारण, ये अन्य आवेशों से उसी प्रकार आकर्षित या प्रतिकर्षित होते हैं जैसे कि एक साधारण इस्पात का चुम्बक दूसरे चुम्बक को आकर्षित करता है या उसमें प्रतिकर्षित होता है। उदाहरणार्थ जब एक धनात्मक

आयन स्वयं को ऊपरी वायुमण्डल में पाता है तो वह पृथ्वी के ऋणात्मक आवेशमय होने के कारण पृथ्वी की ओर खिंच आता है। इसी प्रकार से भूमितल के पास का ऋणात्मक आयन ऊपर की तरफ धकेल दिया जाता है। इनमें से प्रत्येक जब आकर्षित करने वाली वस्तु तक पहुँच जाता है या स्थानांतरण के समय अपने से विभिन्न आवेश वाले आयन से टकराता है तब पृथ्वी के आवेश का बहुत ही छोटा भाग इलैक्ट्रॉनों के आदान-प्रदान के कारण अलग हो जाता है। ससार भर में चौबीसों घण्टों में अरबों बार खेले जाने वाले इस नाटक से कभी भी पृथ्वी विद्युतीय उदासीनता को प्राप्त नहीं होती। जैसे कि बताया जा चुका है यह लगभग एक घंटे में ही उदासीन हो जाये यदि बिजली या तड़ित् एकदम बन्द हो जाय। परन्तु जबकि ताजा आवेश भूमि में से बाहर निकल रहे होते हैं, तब तूफान भी आकाश में घूम रहे होते हैं जो पृथ्वी में और विद्युत् आवेश भरते रहते हैं।

सामान्यतया वायुमण्डलीय विद्युत् धीरे-धीरे ही इधर से उधर ले जाई जाती है। जैसे कि हम देख चुके हैं वायु में भारी सख्या में उन्स्थित आयनों की सहायता से एक समय में एक इलैक्ट्रॉन ही निकल पाता है। जब आकाश में गर्जनमेघ होते हैं, तो बादलों और पृथ्वी के मध्य आवेशों में अन्तर उससे कहीं अधिक होता है, जितना कि बादलों के समय पृथ्वी और आयनोस्फियर के बीच से होता है। इसके अतिरिक्त गर्जनमेघ और पृथ्वी के मध्य आयन अधिक गति से चल रहे होते हैं। जब पृथ्वी और बादल के मध्य आवेशों में अन्तर दस करोड़ वोल्ट हो जाता है, जो कि हमारे घरों की बिजली के बोल्टेज में दस लाख गुना अधिक है, तो आयनों में अत्यधिक वेग पैदा हो जाने के कारण उनमें तथा वायु के सामान्य अणुओं में टक्कर होती है। इस टक्कर में नष्ट हुए आयनों की अपेक्षा बनने वाले आयनों की संख्या अधिक होती है। काबू से बाहर हुई द्रुतगामी न्यूक्लीयर प्रतिक्रिया के समान वायु का प्रनिरोध खरम हो जाता है, तथा तीव्र विद्युतीय विसर्जन अथवा तड़ित् द्वारा बादल के तड़ित् भण्डार पूर्णतया या आंशिक रूप में खाली हो जाते हैं।

सामान्यतया हमें तड़ित् की एक चमक दिखाई देती है। परन्तु वैज्ञानिक अनुसन्धान से तड़ित् प्रहार के विषय में कई नई-नई बातें ज्ञात हुई हैं। एक तड़ित् प्रहार की प्रकृति को समझने में उच्च गतिवेग फोटोग्राफी बहुत उपयोगी सिद्ध हुई है। इस कार्य के लिए प्रयुक्त किये गये कैमरे में लैन्स खींचता से गतिमान होता है, और इसलिये इसमें फोटोग्राफ घटना के घटित होने के साथ-साथ आते जाते हैं। एक सेकेण्ड के दस लाखवें भाग के अन्तर से हुई घटनाएँ भी उपर्युक्त प्रहार से फोटोग्राफ में आ सकती हैं, और उनका अध्ययन किया जा सकता है।

कोई तड़ित् प्रहार अकस्मात् ही नहीं हो जाता। सर्वप्रथम उस मार्ग का निर्धारण होता है, जिस पर आगे मुख्य विद्युत् धारा बहेगी। जब बादलों की बोल्टेज चरम-अवस्था पर पहुँच जाती है, तो आयनों की धाराएँ मेघतल से पृथ्वी की ओर जाती हैं, और इस प्रकार मार्ग अंकित करने की क्रिया निष्पन्न होती है। ये वायु ~

बनाती है और इस प्रकार आयनीकृत अथवा विद्युत्-चालक सेतु बनाती है। ये बेडोन पथ में पदार्थ चलती है। लगभग एक मी फुट चलने के बाद इन धाराओं में कुछ मुन्नी आ जाती है और कुछ समय के लिए रुक जाती है, मानो कि कोई फौज धमने आक्रमण के लिए रुककर तैयारी कर रही हो। इसके उपरान्त यात्रा का प्रायः एक नवीन मार्ग चुना जाता है, और इस प्रकार तड़ित् बेडोन पथ पर चलती है। इस कूच में प्रत्येक बार विराम उच्च गतिवेग फोटोग्राफ की सहायता से सरलता से पहचाना जा सकता है, जो कि वास्तव में केवल एक सेकेण्ड के कुछ दस लाखवें भाग के आस-पास होता है। मेघ और पृथ्वी के मध्य में मार्ग बनाने वाली धाराओं की सम्पूर्ण यात्रा सम्भव है कि एक सेकेण्ड के सोबे भाग में हो जाती है। जैसे-जैसे ये धाराएँ उपर्युक्त विधि से कूच करती हुई पृथ्वी के पास पहुँचती हैं, उस क्षेत्र के आस-पास विपरीत आवेश एकत्रित हो जाते हैं। पृथ्वी पर इस आवेश की मात्रा इतनी बढ़ जाती है कि अन्य धाराएँ पृथ्वी के ऊँचे क्षेत्रों से बाहर निकल पड़ती हैं।

जब एक अवरोही धारा एक आरोही धारा से टकराती है, तो विद्युत् की प्रचण्ड धारा या तड़ित् (बिजली) पूर्व-निर्धारित मार्ग पर जोर से चमक उठती है। इसका गतिवेग लगभग साठ हजार मील प्रति सेकेण्ड होता है। यादलों से पृथ्वी पर जब ऊर्जा विद्युत् के रूप में बहती है तो इसका सारा मार्ग प्रकाश से चमक उठता है। इस प्रकार तीव्र गति से चलती हुई विद्युत् धाराएँ ताप, ध्वनि तथा चुम्बकीय विद्युत् तरंगें भी उत्पन्न करती हैं। ये विशेष तरंगें रेडियो रिसेवरों में स्थैतिक तरंगों (स्टैटिक) के रूप में प्राप्त होती हैं। गर्जनमेघ की सम्पूर्ण ऊर्जा एक ही प्रकार में विमर्जित नहीं हो जाती, उस हालत में उसी मार्ग पर बार-बार विसर्जन होता है, जब तक कि उस बादल का सम्पूर्ण आवेश अस्थायी रूप में विसर्जित नहीं हो जाता। अधिक सक्रिय गरज भरे तूफान में विद्युत् विसर्जन की आपस में लगभग प्रति बीस सेकेण्ड घाद चमक होती है, परन्तु कभी-कभी गरज भरे तूफान के विभिन्न भागों में एक साथ जल्दी-जल्दी ऐसे विसर्जन की चमक होती है।

वास्तव में तड़ित् पट्टी साधारणतया एक से चार इंच तक चौड़ी होती है। इसका प्रमाण उन छिद्रों का व्यास है जो कि तड़ित् के मार्ग में आये पदार्थों में से गुजरने पर हो जाते हैं, अथवा उन जली हुई रेखाओं की चौड़ाई होती है जो कि तड़ित् गिरने के बाद पदार्थों पर शेष रह जाती है। एक औसत गर्जनमेघ में, जिसमें प्रत्येक बीस सेकेण्ड बाद विसर्जन होता है, निकलने वाली विद्युत् ऊर्जा की मात्रा की दर निरन्तर रूप में दस लाख किलोवाट होती है। एक औसत प्रहार पर पन्चीस हजार एम्पीयर की विद्युत् होती है। प्रायः यह साठ हजार एम्पीयर तक भी पहुँच जाती है। एक बार तो तीन लाख एम्पीयर तक की रिकार्ड की गयी है। यह ऊर्जा साठ वाट वाले छः लाख विद्युत् लैम्प क्षणभर के लिए जला सकती है और एक औसत १०५ प्रहार में इतनी विद्युत् होती है कि कई हजार टेलीविजन सैट एक घंटे के लिए चला सकते हैं।

इस प्रकार से इन क्षणिक प्रहारों में मरोम्बित ऊर्जा की मात्रा अद्भुत कार्य कर सकती है। तड़ित् के गिरने से कई बार भूमि में राइबां खुद जाती हैं, वृक्ष, टेली-फोन के तन्ने और विमनिर्वां जब तड़ित् के मार्ग में पड़ती हैं तो टुकड़े-टुकड़े हो जाती हैं। वृक्षों का इस प्रकार में खिर जाना सम्भव विद्युत् के प्रभाव से, पेड़ में उप-न्यून जल के हाइड्रोजन और आक्सीजन में विभक्त हो जाने और विजली की गर्मी से उनके मिश्रण में प्रचण्ड विस्फोट के कारण होना है। तड़ित् पट्टिका का तापक्रम पचास हजार अंग फारनहाइट तक पहुँच जाता है। धात्विक वस्तुएँ जैसे कि तारे, पाइप या कन्ड्यूट, जिनमें वृक्ष की तरह कोई भीमीय अवयव नहीं होते, कभी-कभी इनने ऊँचे तापक्रम तक गर्म हो जाते हैं कि वे सम्पूर्ण रूप में वाष्पों में परिणत हो जाते हैं। खर से ढकी टेलीफोन की तारों में अन्दर की धात्विक तार तो कभी-कभी सम्पूर्ण रूप से अदृश्य हो जाती है, और ऊपर का खर ज्यों का त्यों बना रहता है। सम्भवतः ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि तारों का केन्द्रीय तार ताप का सुवाहक होना है और उस ऊँचे तापक्रम पर खर के, जो कि ताप का सुवाहक नहीं है, गर्म होने में पहले ही वाष्पों में बदल जाता है। इसी मदर्भ में एक महिला की कहानी प्रसिद्ध है, जो कि गरज भरे तूफान के समय एक खिड़की बन्द कर रही थी। तड़ित् की चमक के साथ ही उसके हाथ में पहनी हुई मोने की चूड़ी अदृश्य हो गई। उसकी कलाई पर एक नीले रंग की घनाकार रेखा बन गयी, परन्तु उसकी बाह जली नहीं।

तड़ित् के बाद की गरज उस विमर्जन के भयानक ताप के द्वारा वायु के एकदम प्रचण्ड विस्फोट के साथ फैल जाने के कारण होती है। तड़ित् जब पास ही गिरती है तो ध्वनि की एक तेज और दिल को दहलाने वाली कड़क होती है। चूँकि तड़ित् प्रहार एक मील लम्बा या इससे भी अधिक हो सकता है, और ध्वनि मुकाबले में कम गति से चलती है, अतः गरज कुछ क्षणों तक रह सकती है। जो आवाज पहले आती है वह चमक के समीप वाले भाग से, और जो कुछ समय पश्चात् सुनाई देती है वह दूर वाले भाग से आती है। मेघगर्जन का एकसा न होना, अर्थात् उसमें ध्वनि कभी कम या कभी अधिक होना कई कारणों से होता है। कुछ तड़ित् प्रहारों के शाखाओं के रूप में फैले होने से ध्वनि एक से अधिक स्थानों से तथा विभिन्न समयों पर सुनाई देती है। ये ध्वनियाँ यदि एक ही समय उत्पन्न हो तो विशेष रूप से ऊँची गरज सुनाई देती है। विभिन्न समयों पर लगातार आने से ध्वनि लम्बी हो जाती है। प्रतिध्वनि ध्वनि को लहरदार बना देती है। ऐसा विशेषकर पर्वतीय क्षेत्रों में होता है।

तड़ित् का विसर्जन सदा बादलों और पृथ्वी के मध्य ही नहीं होता अपितु दो बादलों या एक ही बादल के दो भागों के मध्य भी हो सकता है। बादल से बादल का विमर्जन प्रायः दूर तक पहुँच जाता है। दस से बीस मील की दूरी पर पहुँच जाना सामान्य बात है। तीस मील तक की चमक फोटोग्राफ की सहायता से रिकार्ड की जा सकती है। बादल से पृथ्वी पर आने वाले विसर्जन एक मील से अधिक लम्बे बहुत कम होते हैं। और जब किसी ऊँचे पहाड़ पर से गर्जनमेघ गुजरते हैं, तो एक

सी गज लम्बी चमक भी उत्पन्न होती है। क्षेत्रीय प्रकार, जो प्रायः हीट या शीट लाइटनिंग के नाम से पुकारा जाता है, और जो किसी उमसवाली धीम्म सन्ध्या के समय क्षितिज पर प्रदीप्त होता है सम्भवतः 'बादल से बादल' तड़ित् विसर्जन होते हैं। ये क्षितिज से परे दूरी पर होने के कारण सीधे दिखाई नहीं देते और उनकी दूरी इतनी अधिक होती है कि उनकी गरज सुनाई नहीं देती।

तड़ित् तथा उसकी सहवर्ती घटनाओं को नवी प्रकार समझना, यदि किसी और कारण से नहीं तो एक व्यावहारिक कारण से आवश्यक है—तड़ित् की विशेषताओं का ज्ञान आपके जीवन को बचा सकता है। यदि प्रत्येक व्यक्ति इन्हें जान ले और इनके अनुसार सावधानी रखे तो अमेरिका में हर साल होने वाली पांच मौ या उससे भी अधिक मौतों को और कई सौ व्यक्तियों के घायल होने की घटनाओं को सम्भवतः समाप्त किया जा सकता है। चूंकि भूमि से सम्बन्धित धाराएँ, जो कि तड़ित् प्रहार के नीचे का सिरा बनाती हैं, उभरे हुए और ऊपर की ओर निकले हुए स्थानों से ऊपर की ओर उठती हैं, इसलिए यह एक सामान्य ज्ञान की बात है कि जब गरज भरे तूफान आ रहे हों तो उभरे हुए स्थानों या ऊँचे खुले स्थानों से बचना चाहिये। पहाड़ी पर खड़ा एक वृक्ष विशेषकर तड़ित् का निमग्नण देता है। और इसी प्रकार समतल मैदान में खड़ा हुआ एक अकेला वृक्ष भी खतरनाक है। गरज भरे तूफान के समय वस्तुतः किसी पेड़ के नीचे धरण लेना सुरक्षित नहीं है। गोल्फ खेलने के ऊँचे नीचे मैदान बुरी तरह से भयानक सिद्ध होते हैं। खुले मैदान में खड़ा व्यक्ति भी तड़ित् विसर्जन के लिए एक अच्छा छोर (टरमिनस) बनाता है। भूमि में खुदी लाइयाँ या ऐसे ही अन्य गड्ढे वास्तव में सुरक्षित स्थान होते हैं। प्रचलित धारणा के विपरीत वह व्यक्ति अधिक सुरक्षित है, जिसने वर्षा से भीगे वपड़े पहन रखे हों अपेक्षाकृत सूखे कपड़े धाले के। कपड़े भूले हों या गीले कोई भी मनुष्य तड़ित् का सीधा प्रहार होने पर बच नहीं सकता। परन्तु यदि तड़ित् आपस-पास गिरे तो विद्युत् का कुछ भाग, जो अन्यथा व्यक्ति के शरीर में से गुजरता, कपड़े गीले होने से बाहर से बाहर गुजर जायेगा, और कुछ सुरक्षा हो सकती है।

प्रायः जब पृथ्वी और आकाश में वोल्टेज अन्तर बहुत अधिक हो, जैसा कि तड़ित् चमकने से पहले होता है, ऊँची नुकीली वस्तुओं, जैसे ऊँचे पेड़, पताकास्तम्भों तथा तड़ित्दण्डों पर कोरोना विमर्जन होता है, जो कि "सेन्ट एलमो की आग" के नाम से प्रसिद्ध है। यह विमर्जन प्रायः दिन के समय दिखाई नहीं देता, परन्तु रात को एक भयानक तथा विनम्र दीप्ति के रूप में प्रदर्शित होता है। पुराने जमाने में पाल या घोड़वान वाले जहाजों के मस्तुकों के ऊपर यह चमक प्रायः दिखाई देती थी। सेन्ट एलमो की आग का यह नाम भूमध्यसागर के जनपान चालको के संरक्षक महात्मा सेन्ट एलमो के नाम पर रखा गया है, जो कि ईसा के तीन सौ वर्ष बाद हुए। आजकल यह चमक वायुमार्गों के पंखों तथा सामान धलने वाले पक्ष के बोंड की नोकों पर दिखाई

। ऊँचे पहाड़ों की चोटियों पर से जब गर्जनमेघ गुजरते हैं तो उनकी तलियाँ

पृथ्वी के समीप होती है और इस कारण विद्युतीय क्षेत्र बन जाते हैं, और उन अवस्थाओं में बने विसर्जन बहुत तेज प्रकार के होते हैं। दक्षिणी अमेरिका में एण्डेजग्लो के नाम से ये प्रसिद्ध हैं। वायुयान-चालक इन्हें कभी-कभी गलती से जंगल में लगी आग समझ लेते हैं। आल्प्स पर्वतारोहियों ने प्रभावशाली पटपटाहट और अपने सिरों तथा अंगुलियों से प्रकाशमान दीप्तियाँ निकलाने की सूचना दी है। सिर के पास, जो दीप्ति प्रदर्शित होती है, वह एक (प्रभामण्डल) का रूप ले लेती है। इसको "दीप्ति चक्र" भी कहा जाता है। इसी प्रकार से वर्ष पर चढ़ने के लिए बनी कुल्हाड़ियों की नोकों पर भी ज्वाला दिखाई देती है।

स्वतः सेन्ट एलमो की आग हानिरहित होती है, परन्तु फिर भी उससे बचना चाहिये क्योंकि यह इस वात की सूचक है कि वहाँ उच्च विद्युतीय क्षेत्र है और इसलिए तड़ित् गिरने के लिए एक छोर (टरमिनस) बन सकता है।

वायुमण्डलीय विद्युत् के सभी परिणाम सरलता से अनुभव नहीं किये जा सकते। जैसा कि पहले के अध्याय में वर्णन किया गया था, तड़ित् वायु में नाइट्रोजन के यौगिक बनाती है। बहुत प्राचीन युग में जबकि पृथ्वी के वायुमण्डल में हाइड्रोजन, मिथेन, अमोनिया तथा अन्य वाष्प उपस्थित थे, उस युग में निःसन्देह तड़ित् द्वारा और भी बहुत से यौगिक बनते थे। सम्भव है कि तड़ित् का हमारे जीवन के विकास के साथ कुछ ज्यादा सवन्ध रहा हो, जितना कि हम आजकल अनुभव कर सकते हैं। "जीवन की ज्वाला" एक ठीक ही लोकोरित है।

अब तक हमने लगभग उन्हीं घटनाओं तथा प्रतिक्रियाओं का वर्णन किया है, जो कि गर्जनमेष की तली और पृथ्वी के बीच होते हैं, क्योंकि ये बहुत अच्छी प्रकार से समझी गई घटनाएँ हैं। परन्तु प्रकृति के अपरिवर्तनशील नियमानुसार विपरीत आवेश वाली उनही ही विद्युत् पृथ्वी में से बाहर निकलेगी जितनी कि पृथ्वी में जायेगी। विद्युत् के आवेश किस प्रकार गर्जनमेषों की चोटियों से निकलकर ऊपरी वायु में चले जाते हैं, यह एक अनुमान का विषय है। यद्यपि तड़ित् की चमक के बादलों से ऊपर की ओर निकलने की सूचनाएँ मिली हैं, तथापि ऐसे विसर्जन सम्भवतः बहुत दुर्लभ हैं। अनुमान किया जाता है कि सेन्ट एलमो की आग के सदृश घनत्व विसर्जन विद्युत् धाराओं को ऊपर की ओर ले जाते हैं। बादलों की चोटियों के ऊपर चमक का दिखाई देना इस सिद्धान्त की पुष्टि करता है। इस दिशा में एक अद्भुत उदाहरण प्रकाश के एक चमकीले गेंद का है जो बादलों की चोटी पर न्यूजीलैण्ड में दिखाई दिया था। वह गोला चमक तथा आकार में न्यूनाधिक होता रहा। उससे बादलों की चोटियाँ प्रकाशमान हुईं और एक हरा सा श्वेत प्रकाश नीचे भी फैल गया। यह दृश्य पन्द्रह मिनट तक रहा। कई अन्य स्थानों पर भी उस समय बादलों की चोटियाँ पर प्रकाश दिखाई पड़ा, जबकि तड़ित् की चमक बादलों से पृथ्वी की ओर जा रही थी। तड़ित् के इस व्यवहार के विषय में बहुत कुछ ज्ञातव्य है।

वायु के हानिकारक जन्तु

बादलों, धुएँ तथा कोहरे से रहित वायु केवल कुछ गैसों से बना पदार्थ ही नहीं है अपितु इसमें अनगिनत ठोस तथा ठोस द्रव्य के अदृश्य छोटे-छोटे कण—विषाणु (वाइरस), बीजाणु (स्पोर), जीवाणु (बैक्टीरिया), पराग (पोलन), धुएँ तथा धूल के कण—उपस्थित रहते हैं। ये सब कण एलर्जी तथा रोग फैलाते हैं और मौममी परिस्थितियों को बदलते रहते हैं। वायु की तरह इन कणों का भी मानव जीवन पर बहुत प्रभाव पड़ता है।

प्रत्येक झाड़ी, वृक्ष, तथा प्राणी जो कि मर जाता है, गल सड़ कर धूल में जा मिलता है। उसका कुछ भाग चलती हुई वायु के भोको द्वारा उड़कर वायुमण्डल में जा मिलता है। हरे-भरे वृक्ष, घास-पात, झाड़ियाँ तथा अन्य सभी प्रकार की वनस्पतियाँ वायु में गेंद की दावल के द्रव्य के छोटे-छोटे कण, जिन्हें पराग कण अथवा पोलन कहा जाता है, फेंकती रहती हैं। बाढग्रस्त नदियाँ भूमि पर बारीक गाद की तह निक्षिप्त करती रहती हैं, जिसे वायु उड़ाकर वायुमण्डल में बखेर देती है। समुद्र के किनारों पर चट्टानों से टकराती हुई लहरों का कुछ भाग बौछार के रूप में वायुमण्डल में उठता है, जिसमें से जल वाष्पीभूत हो जाता है, और नन्हें-नन्हे नमक के क्रिस्टल रह जाते हैं, जो वायुमण्डल में विलीन जाते हैं। विस्फोट के समय ज्वालामुखी पहाड़ लावा तथा चट्टान के टुकड़ों के साथ, धूल व मिट्टी की बहुत मात्रा भी निकालकर वायुमण्डल में मिला देते हैं। जनसाधारण बोलने, खांसने तथा छीक मारने के समय असंख्य मात्रा में जीवाणुओं को वायुमण्डल में बखेरते हैं। जंगलों में लगी हुई आग, धूल-मिट्टी के तूफान और आँधियाँ वायु में उड़ सकने वाले छोटे कणों को लाखों बर्गमील में फैला देती हैं। उल्काओं के टूटने से प्राप्त धूल के सूक्ष्म कण वायुमण्डल में से होते हुए ही भूमिपृष्ठ पर आते हैं। मानव की औद्योगिक गतिविधियाँ कणों की सघन उत्पादक हैं, किन्तु चूँकि वे नियन्त्रित की जा सकती हैं, अतः उन पर इस पुस्तक के आगामी अध्याय में वायुमण्डल की प्रदूषण-समस्याओं पर विस्तार से विचार के समय ही विवेचन किया जायेगा।

वायु में मिले हुए कणों में भौतिक, रासायनिक तथा जीववैज्ञानिक दृष्टि से बहुत अन्तर पाया जाता है। कणों के आकार-प्रकार तथा संख्या शायद सबसे महत्वपूर्ण है। वायु द्वारा उड़ाये जा सकने वाले द्रव्य के कण कुछ तो इतने बड़े होते हैं कि जब वे किसी के गालों के साथ टकराते हैं, तो चुभते हैं। ये वायु द्वारा बहुत थोड़ा

हो जाते हैं। एक बार निक्षेपित होने पर वे या तो घुल जाते हैं और सम्पूर्ण शरीर में फैल जाते हैं, या फुफ्फुस की दीवारों में से गुजर कर रक्तवाहिनियों में रक्त के साथ बिना-धुले ही जा मिलते हैं। तीसरी अवस्था यह भी हो सकती है कि वे फुफ्फुस में ही रहे। यदि वे घुलते हैं तो घुलने वाले द्रव्य के विपैते होने पर हानिकारक प्रतिक्रियाएँ उत्पन्न करते हैं। जो कण रक्तवाहिनियों में बिना धुले ही चले जाते हैं, वे बिना बदले ही यकृत तथा वृक्क या गुर्दे (किडनीज) द्वारा भली प्रकार पृथक् कर दिये जाते हैं परन्तु अत्यधिक मात्रा में होने पर वे हानिकारक हो सकते हैं और घातक भी। जो कण फुफ्फुस के अन्दर रह जाते हैं वे फाईब्रोसिस (स्थायी तन्तु परिवर्तन) पैदा करते हैं। सम्भवतः यह सबसे अधिक भयानक स्थिति है। उदाहरण के रूप में चट्टानों की अधुलनशील धूल में लम्बी अवधि तक सांस लेने से असाध्य रोग सिली कॉसिस पैदा हो जाता है। जब तक धूल रोकने की उपयुक्त विधियाँ गत कुछ वर्षों में काम नहीं लाई गई थीं, तब तक खनकों और चट्टान तोड़ने वालों को यह रोग विशेष रूप से हो जाता था।

यदि वायु पर्याप्त समय के लिए शान्त रहे तो बहुत सूक्ष्म कणों को छोड़कर शेष सब कण अपने भार के कारण ही भूमि पर आ बैठते हैं। इनका नीचे गिरने का समय कण-आकार से संबंधित होता है। कोहरे का एक कण, जिसका व्यास एक सौ माइक्रॉन होता है, एक सेकेण्ड में लगभग एक फुट नीचे गिरता है, दस माइक्रॉन व्यास वाला इच का दसवाँ भाग और एक माइक्रॉन वाला बिन्दुक एक इच के एक हजारवें भाग से कुछ ही अधिक गिरता है। इस प्रकार किसी कण के नीचे बैठने के वेग से यह विदित होता है कि कोई कण अपने मूल स्रोत से वायु के साथ कितनी दूरी तक उड़ाया और फैलाया जा सकता है। दस माइक्रॉन का एक कण यदि तीस फुट की ऊँचाई से गिरना आरम्भ करे और यदि पृथ्वी का भूमितल समतल हो तो वह कण बीस मील प्रति घन्टा चलने वाले हवा के झोंके के द्वारा छः मील तक ले जाया जा सकता है। इसके विपरीत एक माइक्रॉन व्यास का एक कण इन्हीं अवस्थाओं में छः सौ मील उड़ कर ही भूमि पर बैठेगा। चूँकि पृथ्वी का भूखण्ड अधिकतर बेटौल है यदि ऊपर तथा नीचे जाने वाली हवाएँ चलती रहें तो ऐसी स्थिति में कण शीघ्र अथवा देर में स्थानान्तरित होते हैं और कम अथवा अधिक दूरी पर जा पहुँचते हैं।

फैलाव तथा मात्रा की दृष्टि में ज्वालामुखी पहाड़ों के विस्फोट से सबसे ज्यादा वायुवाहित धूल प्राप्त होती है। किसी विशेष रूप से भीषण विस्फोट से धूल की इतनी अधिक मात्रा वायु में मिल जाती है, जिसका अनुमान भी नहीं लगाया जा सकता। इसमें से कुछ धूल तो बहुत ऊँचाई पर पहुँच जाती है। १८८३ ईस्वी में जब ईस्ट इंडियन ज्वालामुखी पहाड़ 'श्राटाटोजा' में आधुनिक काल का सबसे भीषण विस्फोट हुआ था, उसमें कई घन मील मिट्टी धूलिकणों में बदल गयी, जो कि वायु में जा मिली। जहाँ पहले चोदह सौ फुट ऊँचा पहाड़ अठारह वर्गमील भूमि पर खड़ा था, उस स्थान पर एक हजार फुट गहरा गड्ढा बन गया। इस विस्फोट से उड़कर धूल सत्रह मील की

ऊँचाई तक जा पहुँची और चारों ओर एक सौ पचास मील तक आकाश धुँएँ से गूढ़ा काला हो गया। कई दिनों पश्चात् धूलि इतनी अधिक मात्रा में सौलह सौ मील दूर उपस्थित जलयानों के डेक पर बैठी कि उसे कई बार बेलचों से साफ़ करना पड़ा।

धूलमय तूफान भी वायुवाहित धूल को उत्पन्न करते हैं। कुछ वर्षों के अन्तर से यूरोप में रेगिस्तान से आई धूल गिरती रहती है। मार्च १९०१ ईस्वी में, अनुमानतः बीस लाख टन यह धूल यूरोपीय महाद्वीप पर निक्षिप्त हुई, और इसमें कहीं अधिक धूल भूमध्यसागर तथा इसके परे के देशों में अवश्य ही निक्षिप्त हुई होगी। लगभग दो वर्ष उपरान्त फरवरी १९०३ ईस्वी में अकेले इंग्लैण्ड पर ही एक करोड़ टन धूलि निक्षिप्त हुई ऐसा अनुमान है। कई बार विशेषकर १९४७ ईस्वी में यूरोप के दक्षिण-पश्चिमी भाग पर गदले पानी की वर्षा और लाल रंग की वर्षा गिर चुकी है। इसका कारण भी सहारा की धूल ही था। कभी-कभी फ्लोरिडा के वायुमण्डल में साल धूल कण दिखाई देते हैं। ये भी सहारा से उड़कर आये हुए प्रतीत होते हैं। ग्रीनलैण्ड में लाल रंग की वर्षा गिर चुकी है, और इसी प्रकार आयोवा में गुलाबी रंग की वर्षा तथा कसाम में भूरे रंग की वर्षा के गिरने की सूचना मिली है। इन सब का कारण धूल ही है। १९३० ईस्वी के दशक में सूखा पड़ने के समय में एक करोड़ टन धूल वायु द्वारा उड़ाई जाकर मध्य पश्चिमी राज्यों के वायुमण्डल में फैल गई थी। उच्च गतिवेग से चलने वाली हवाओं ने इस योक्त को एक मील तक उठाया और तब इसे चौबीस घंटों में अठारह सौ मील की दूरी तक बिछाया।

ज्वालामुखी पहाड़ों तथा धूलमय तूफानों से हटकर यदि हम जलाशयों पर ध्यान दें, तो इनमें हम वायुवाहित कणों के एक और सूक्ष्म स्रोत पाते हैं। जब समुद्र की लहरों पर वायु का प्रभाव होता है या जब जलयान पर लहरों से बौछार पड़ती है, तो सूक्ष्म धूलों का वाष्पीकरण हो जाता है और नमक के नुहे क्रिस्टल रोप रह जाते हैं। वायु के झोंके इन्हें सम्पूर्ण ससार में फैला देते हैं। ये क्रिस्टल उन समुद्रों से हमारों मील दूर और महाद्वीपों के मध्य के समीप पाये जाते हैं। आँधी अथवा प्रखर वायु के समय में कई बार वायु इन लवण के क्रिस्टलों से बहुत लदी पायी गयी है। स्मरण रहे कि इंग्लैण्ड में समुद्र से एक सौ चालीस मील दूर की झाड़ियों तथा वृक्षों पर नमक जमा हुआ पाया गया था। कई बार उत्तर-पूर्व की शुष्क हवाएँ, जो न्यूजर्सी के तटों से अन्दर की ओर जाती हैं, इतना नमक अपने साथ उठा ले जाती हैं कि वह टेली-विजन एंटेनाओं तथा बिजली के तारों के इन्सुलेटरो पर जम जाता है। किन्तु ये असाधारण घटनाएँ हैं। सामान्य रूप से समुद्र से प्राप्त नमक के कण एक माइक्रॉन से कम व्यास के होते हैं। दस लाख अरब ऐसे कणों का भार एक पौण्ड होता है, परन्तु ये कण मौसम बनाने में विशेष भाग लेते हैं। ये जलचूषक होते हैं, जिसका अभिप्राय यह है कि उनमें वायु से जल को ग्रहण करने की क्षमता होती है। तुम्हारे रसोई-घर की नमकदानों में तो यह एक अवाञ्छनीय गुण है, परन्तु वायुमण्डल में इसका ५ वर्षा है, जो फमलों, नदियों, जलप्रपातों के लिए बहुत आवश्यक है।

वर्षा की प्रत्येक बूंद चाहे वह अप्रैल की वर्षा से आये या वृष्टि विस्फोट से, एक नन्हें कण के रूप में बनती है। कोहरे तथा बादल के प्रत्येक कण का एक केन्द्र होता है, जो कि अवश्य ही विशेष प्रकार का कण होता है। सम्भवतः यह समुद्र के नमक का एक नन्हा क्रिस्टल था, क्योंकि अन्य प्राकृतिक पदार्थों की अपेक्षा ये नमक के नन्हे क्रिस्टल अधिक उपयोगी सिद्ध होते हैं। यदि समुद्र के नमक के नन्हें कण प्राप्य न हों तो उस अवस्था में धूल या धुएँ के कण उन बूंदों की नाभि या केन्द्र बन जाते हैं।

उपयुक्त चर्चा से सुझाव मिलता है, कि कभी-कभी उल्काओं से प्राप्त धूलि भी संसार की वर्षा को प्रभावित कर सकती है। ऐसा पाया गया है कि उत्तरी तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में एक ही समय पर वर्षा की अधिकतम मात्राएँ गिरती हैं। इस प्रकार की विद्वव्यापी अत्यधिक वर्षा की जलवायु विज्ञान के आधार पर व्याख्या नहीं हो पाती, किन्तु यदि खगोलीय पिण्डों के प्रभाव को ध्यान में रखा जाय तो कुछ व्याख्या सम्भव है। जब पृथ्वी सूर्य के चारों ओर अपनी कक्षा में यात्रा करती हुई उल्काओं के भूँड के नजदीक पहुँचती है तो प्रत्येक उल्का पृथ्वी के वायुमण्डल के ऊपर के भाग से टकराता है, और उसमें आग लग जाती है और इस भर्षण द्वारा उत्पन्न ताप से वह जल जाती है। परिणामस्वरूप उल्काओं के अवशेष, सूक्ष्म धुएँ या राख के रूप में रह जाते हैं। 'तारों की धूल' फिर तैरती हुई निम्न वायुमण्डल के बादलों में मिल जाती है। यहाँ पर वह वर्षा की बूंदों या बर्फ के क्रिस्टल बनने के लिए नाभि या केन्द्र का कार्य करती है। इस तथ्य की पुष्टि इस बात से होती है कि किसी उल्का समूह की पृथ्वी से मुठभेड़ के लगभग एक माह बाद वृष्टि में वृद्धि होती है। यह समय उल्का धूल के ऊपरी वायुमण्डल में से निक्षिप्त होने के लिए पर्याप्त है। कभी-कभी बड़े-बड़े उल्का जलमें पर धूलि की एक रेखा बनाते हैं। प्रायः यह रेखा एकदम ही अदृश्य हो जाती है। परन्तु कुछ एक ऐसी रेखाएँ भी दृष्टिगोचर हुई हैं, जो एक घंटे तक दिखाई देती रही हैं। एक बड़ा उल्का जो कि साइबेरिया की भूमि में १६०८ ईस्वी में टकराया था और जिसने कई वर्ग मील का क्षेत्र नष्ट कर दिया था, अपने पीछे एक धूलि का बादल सा छोड़ गया था जो कि छिन्न-भिन्न होने से पहले संसार के चारों ओर घूमता रहा।

वायु में मल पैदा करने वालों में जंगलों का काफी हिस्सा है, जहाँ आग लग जाती है। ऐसे समय में वायु के गर्म होकर तेजी से ऊपर चढ़ने से जो तीव्र भोंके बनते हैं उनके साथ ही धुएँ के कण भी बहुत ऊँचाई तक पहुँच जाते हैं। ये कण चूंकि बहुत छोटे होते हैं, अतः ऊपरी वायु के भोंकों द्वारा दूर-दूर तक फैला दिये जाते हैं। १६५० ईस्वी के अन्त में अलबर्टा, कॅनेडा के जंगलों में आग लग गई थी जो देर तक रही। उसका धुआँ पूर्वी प्रान्तों, अमेरिका के पूर्वी राज्यों, इंग्लैण्ड तथा यूरोप के अन्य भागों के ऊपर फैल गया।

वायु में उपस्थित कणों से सम्बन्धित एक सूक्ष्म योजना द्वारा जंगल में लगने वाली प्रत्येक आग अपने आपको नष्ट करने के लिए परिस्थितियाँ भी उत्पन्न कर देती

है। कोई जलती हुई लकड़ी अन्य वस्तुओं के साथ-साथ जलवाष्प भी पर्याप्त मात्रा में बनाती है। किसी भी बड़ी प्रचण्ड ज्वालामे जैसे कि जंगल में लगी आग है, उत्पन्न प्राप्त ताप से ऊपर चढ़ने वाली वायु के गतिजाली भोके पैदा होते हैं, जो आन-पास की वायु को खींच लेने हैं और अपने साथ उग वायु को, वायु में उपस्थित जल-वाष्प को तथा आग द्वारा उत्पन्न जलवाष्प और धुएँ को बहुत ऊँचाई तक ले जाते हैं। वहाँ पर वायु ठण्डी हो जाती है और साथ में उसके अन्दर के जलवाष्प भी। अब यदि वहाँ जलवाष्पों की पर्याप्त मात्रा उपस्थित हो, तो वे धुएँ इत्यादि के कणों पर द्रवित हो जाते हैं, और वर्षा प्रारम्भ हो जाती है, जिससे आग का फैलना रक जाता है और कभी-कभी तो यह बिल्कुल समाप्त हो हो जाती है।

प्रकृति ने अपनी सृष्टि को बनाये रखने के लिए कई प्रकार के प्रतिबन्धों, सन्तुलनों तथा सुरक्षा की योजनाएँ बना रखी हैं। दुर्भाग्यवश उसमें वायु में द्रव्य के कणों की सख्या में वृद्धि हो जाती है। पराग कण जो कि बहुत से पीधों के तर समेकन तत्त्व हैं, सुन्दर फूल के मध्य में पीले से रंग के महीन धूर्ण के रूप में विद्यमान रहते हैं। प्रत्येक पराग कण का कार्य एक अपनी जानि (स्पीगीज) की नारी प्रकोपिता को ढूँढना है। शहद की भक्ती तथा ऐसे ही कुछ अन्य कीड़े कुछ प्रकार के परागों को बखेरते हैं। परन्तु यह बखेरने का कार्य अधिकतर वायु के भोके भी सम्पन्न करते हैं। ये कण वायु में इधर-उधर घूमते रहते हैं। एक अरब कणों में से सम्भवतः एक पराग कण को अपने लक्ष्य तक पहुँचने का अवसर मिल पाता है। इसी कारण प्रकृति ने पराग कणों को बहुत सख्या में उत्पन्न किया है। उदाहरणार्थ ऐसी रिपोर्ट मिली है कि कुछ भौलों का पानी साल के कुछ महीनों में पीले रंग की पराग कणों की तह से ढक जाता है। ये पराग कण उन वृक्षों के होते हैं जो उस भौल के आस-पास सैकड़ों मील तक भी नहीं पाये जाते।

ऐसा है कि पराग कण लाखों व्यक्तियों के लिए एक जटिल समस्या उपस्थित करते हैं। इन एलर्जिक व्यक्तियों ने ऐसी शारीरिक रचना उत्तराधिकार में पाई है, जो शरीर में प्रविष्ट होने वाले बाह्य पदार्थों के विरुद्ध विद्रोह करती है। जब ऐसे पदार्थ श्वसन द्वारा शरीर में प्रविष्ट होते हैं तो नासिका तथा गले की झिल्लिका में कुछ अन्य पदार्थ जिन्हें 'ऐण्टीवाडी' कहते हैं, बन जाते हैं। ये पदार्थ आँखों तथा श्वसन-प्रणाली के नाजुक ऊतकों में उत्तेजना उत्पन्न करते हैं। इस प्रतिक्रिया की उग्रता पराग कणों की वायु में उपस्थित मात्रा तथा उसमें मनुष्य के श्वास लेने की अवधि पर निर्भर होती है।

वसन्त ऋतु में होने वाले "हे फीवर" (हे एक विशेष प्रकार का घास होता है) का सम्बन्ध प्रायः चिनार (पोपलर), देवदार (एल्म), भोज (बिच), द्विकल (मेपल) तथा ओक वृक्षों के पराग कणों से समझा जाता है। घास के पराग कणों के प्रभाव से यह ज्वर हो जाता है। ऐसे व्यक्तियों की पर्याप्त सख्या है जो गुलाब के पराग कणों से १८५६ जाते हैं। इस प्रकार हो जाने वाले ज्वर को एक विशेष नाम "रोज फीवर"

दिया गया है। घरों की साधारण धूल से बहुत से अभागे व्यक्तियों की नाक से पानी बहने का रोग हो जाता है जो कि जुकाम की तरह का होता है। उन्हें खाँसी होती है, आखे लाल हो जाती हैं और उनसे पानी बहने लगता है, गले की ग्रन्थियाँ सूख जाती हैं। साथ ही आमाशय तथा आँतों के रहस्यमय विकार तथा सिर दर्द भी पैदा हो जाती है। रोएदार खिलौनों, रीछ, खरगोश इत्यादि या अन्य कपड़े के बने हुए खिलौनों से खेलने वाले बच्चे प्रायः धूल से होने वाले रोगों से ग्रस्त रहते हैं। पक्षियों के पंखों से भरे तकिये या पुराने विस्तर सिर दर्द पैदा कर सकते हैं। उन पर सोने से थकावट हो जाती है और नाक से पानी बहने लगता है। कुछ एक व्यक्ति इतने एर्जाजिक होते हैं कि कृत्त और बिल्लियों के बालों और त्वचा से गिरे कण उन्हें रोगी बना देते हैं।

पराग कणों के निकट सम्बन्धी बीजाणु (स्पोर) हैं। ये नन्हें कण हवा में और बड़े-बड़े समुद्रों के ऊपर भी इधर-उधर तैरते रहते हैं। यद्यपि आकृति में ये पराग कणों के सदृश होते हैं तथापि इनमें कई महत्वपूर्ण अन्तर हैं। बीजाणु, कवक (फंगी), एन्मीर (यीस्ट) तथा फफूँदी (मोल्डस्) के मूलजनक कण हैं। ये वास्तव में बीज तो नहीं होते परन्तु करते वही कार्य हैं। कवक परिवार में फफूँद, यीस्ट तथा कवक सम्मिलित किये जाते हैं। ये सब वानस्पतिक ससार के बहुत छोटे-छोटे सदस्य हैं, जो कि कुकुरमुत्ता के बच्चे भाई-बहन समझे जाते हैं। कवक की अनंत उपजातियाँ हैं, उनकी संख्या कम-से-कम एक लाख है। ये भीलो, पानी की धाराओं, समुद्र तथा भूमि में भी पायी जाती हैं। इनके बीजाणु वायु में सात मील ऊँचाई तक और सब समुद्रों में पाये गये हैं। बीजाणु तथा परागकण उत्तरध्रुवीय तथा दक्षिणध्रुवीय वायुमण्डलों में भी पाये जाते हैं, जहाँ पर वायु की धाराएँ उन्हें ले गयी हैं।

कवक के कार्य सरल तथा आवश्यक होते हैं। प्रकृति में ये गलने-सड़ने के कारण बनते हैं, जिनसे सब प्रकार के द्रव्य उन सरल रासायनिक पदार्थों में बदल जाते हैं, जो उगती हुई वनस्पतियों के लिये आवश्यक हैं। इनके बिना सब प्रकार का जीवन रुक जाएगा, क्योंकि पुराने द्रव्यों को गलाने सड़ाने और वनस्पतियों के लिये नये भोजन बनाने के लिए ये आवश्यक हैं। दुर्भाग्यवश सभी कवक मृत पदार्थों पर जीवित नहीं रहते। कुछ एक जीवित वनस्पतियों तथा प्राणियों को अधिक पसन्द करते हैं। इनकी कुछ उपजातियाँ मक्का पर आक्रमण करती हैं, और कुछ अनाज पर। कुछ एक श्रेणियाँ फलदार वृक्षों को भी हानि पहुँचाती हैं। मनुष्य में कैंसर की तरह ये वनस्पतियों की सम्पूर्ण शक्ति को निचोड़ लेती हैं, अन्यथा जिनसे दाने और फल बनते हैं। कृषि में ये बहुत हानि पहुँचाती हैं, और मनुष्य स्वयं भी इनसे सर्वथा प्रतिरक्षित नहीं है। दाद, तथा एक विशेष प्रकार का एन्जीमा 'एथिलिट फुट' इत्यादि त्वचा पर पनपने वाले बीजाणुओं से उत्पन्न (फंगी) के कारण पैदा होते हैं। बीजाणुओं द्वारा स्वसन प्रणाली में हो जाने वाले रोग बहुत कम हैं। यह एक प्रसन्नता का विषय है क्योंकि ऐसी व्याधियों की विनाश के सिवा अन्य कोई चिकित्सा नहीं है।

यद्यपि अधिकांश कवक फैलने के लिए वायु की धाराओं पर निर्भर करते हैं, किन्तु कुछ एक ऐसे भी हैं जिन्हें प्रकृति ने फैलने के लिए विशेष तन्त्र प्रदान किये हैं, जिनसे वे अपने बीजाणुओं को दूर तक वसेर सकते हैं। एक प्रकार का फफूंद वायु में एक छोटी-सी टिकिया-सी फँकता है, जो फट जाती है, और उसमें से बीजाणु चिनगारियों के समान इधर-उधर बिखर जाते हैं। एक अन्य प्रकार का फफूंद बीजाणुओं को मशीनगन की तरह दूर फँकता है। कुछ एक ऐसे भी हैं, जो लाखों बीजाणुओं को धुएँ की तरह से छोड़ते हैं। बाहर फँके जाने की यह ऊँचाई एक इंच से लेकर छ. फुट तक की हो सकती है। एक बार वायुवाहित हो जाने के पश्चात् वायु की धाराओं द्वारा बीजाणु दूर-दूर तक ले जाये जाते हैं।

बीजाणु भी विशिष्ट रूप से सहिष्णु होते हैं। बहुत से तो अपनी शक्ति को वर्षों तक बनाये रखते हैं। उन पर आर्द्रता, तापक्रम और सूर्य के प्रकाश का कोई हानिकारक प्रभाव नहीं होता। सहायक परिस्थितियों में इनका प्रजनन-वेग विलक्षण होता है। जहाँ पर कि एक परागकण के अपने लक्ष्य पर पहुँच जाने से अधिक-से-अधिक केवल एक ही बीज बन सकता है, वहाँ एक बीजाणु अपने से कई गुना बीजाणु उत्पन्न कर सकता है। गेहूँ में स्टेम रस्ट रोग उत्पन्न करने वाले कवक का अकेला बीजाणु लाखों एकड़ भूमि पर उत्पन्न २० लाख पौधों में से किसी एक पर गिर सकता है, और एक सप्ताह या दस दिन में ही वहाँ पर एक लाख या इससे भी अधिक उसी प्रकार के बीजाणु पैदा कर सकता है। वानस्पतिक संसार में "कोर्न स्मट" जो मक्का के पौधे पर लगता है, एक बहुत ही शीघ्र प्रजनन करने वाला फफूंद माना जाता है। इस रोग का अकेला एक बीजाणु किसी एक मक्के के पौधे के तने पर दो सप्ताह में ही बीस से चालीस घन इंच पिठिका बना देता है, जिसके प्रत्येक घन इंच में लगभग छ. अरब बीजाणु होते हैं। इनमें से प्रत्येक बीजाणु आदर्श अवस्थाओं में दो सप्ताहों में ही ऐसी एक और पिठिका बनाता है। अनुमानों के अनुसार यदि किसी मक्का के एक एकड़ के क्षेत्र में दस प्रतिशत पौधे रोगग्रस्त हो तो वे पचास ट्रिलियन बीजाणु उत्पन्न कर सकते हैं। ध्यान रहे कि यह एक सुरक्षित अनुमान है क्योंकि प्रायः बीस प्रतिशत पौधे रोगग्रस्त पाये जाते हैं। कुछ प्रकार के कवक में बीजाणुओं का यह विसर्जन मई मास में सितम्बर मास तक रहता है।

चूँकि बीजाणु दूर-दूर तक फैल सकते हैं, और इनकी संख्या अनगिनत है, तथा ये आसानी से नष्ट भी नहीं हो पाते इसलिए बीजाणुओं द्वारा होने वाले पौधों के रोगों का नियन्त्रण तथा निवारण कठिन होता है। कॅनेडा में उगने वाली गेहूँ की फसल को संयुक्त राज्य अमेरिका या उत्तरी मेक्सिको के बीजाणु वायु द्वारा दो दिन में ही एक हजार मील से भी अधिक दूरी तय करके प्रभावित कर सकते हैं। उसमान समुद्र पर से एक हजार मील की दूरी तय करके बीजाणु आस्ट्रेलिया और न्यूजीलैंड की फसल में एक ही समय में एक ही रोग अक्सर फैला देते हैं।

धूलि कणों की अब अधिक संख्या में उपस्थिति तथा बीजाणुओं की सहिष्णुता

निःसंदेह हानिकारक है परन्तु मनुष्य के लिए सबसे अधिक भयानक वायुवाहित जीवाणु (वैक्टीरिया) तथा प्रोटोजोआ हैं। वैक्टीरिया वानस्पतिक जीवन का लघुतम रूप है, तथा प्रोटोजोआ प्राणियों के पिछले दो या तीन दशकों में किये गये वैज्ञानिक अध्ययन ने इस बात को स्पष्ट कर दिया है कि अधिकतम फैलने वाले और हानिकारक रोग, जो कि मनुष्य पर आक्रमण करते हैं, वायुमण्डल द्वारा ही प्रसारित होते हैं। इसका अभिप्राय यह नहीं है कि वायु स्थानांतरण का सबसे महत्वपूर्ण माध्यम है। यह ठीक नहीं है। वास्तव में वायु तो कई ऐसे माध्यमों में से एक है। जल, भोजन तथा सीधा सम्पर्क बहुत प्रकार के जीवाणुओं की अवस्था में पर्याप्त रूप में प्रभावशाली होते हैं।

वायु द्वारा संचरण का महत्त्व अब भली प्रकार समझा जाने लगा है। प्राचीन काल के लोग यह समझते थे कि संक्रामक महामारियों की स्रोत हवाएँ हैं। मध्यकाल की प्लेग के दिनों में समझा जाने लगा कि रोगी के साथ सीधा सम्पर्क होने से रोग फैलता है। उन्नीसवीं शताब्दी में जैसे ही गैसों की रासायनिक रचना स्पष्ट रूप से समझी जाने लगी रोगी के श्वसन से प्राप्त गैसों रोग का कारण समझी गयी। एक शताब्दी पहले आँत संबंधी रोगों के संचरण के लिए पानी एक माध्यम माना जाता था। और फिर पचास वर्ष उपरान्त रक्त संचरण में कीड़े उत्तरदायी समझे जाने लगे। इस प्रकार जीवाणुओं को रोगों के संचरण के लिए "कारण" पाया गया, किन्तु रोगों के संचरण में वायु का माध्यम होना प्रायः उपयुक्त नहीं समझा गया।

चिकित्सकों की एक पीढ़ी को यह शिक्षा दी जाती रही है कि रोगी के बोलने, छींक मारने तथा खासने से, उसके एक हाथ की दूरी पर ही रोगाणुओं से भरी बूँदें गिरती हैं, और पड़ी-पड़ी सूख जाती हैं। यह सिद्धान्त अब असत्य सिद्ध हो गया है। बहुत से रोगों के लिए जीवाणुओं से भरी वायु को संचरण का एक बड़ा स्रोत माना है अपेक्षाकृत रोगियों के साथ सीधे सम्पर्क के। रोगियों से प्राप्त ये नन्ही बूँदें वास्तव में उसी समय वाष्प हो जाती हैं, और पीछे नन्हें जीवाणु शोष रह जाते हैं, जो हवा में उड़ने लगते हैं।

जीवाणुओं की तरह वायु में पाये जाने वाले जीवाणुओं का बहुत छोटा भाग ही मनुष्य में रोग उत्पन्न कर सकता है, और उनमें से भी थोड़े ही रोगोत्पादक होते हैं, क्योंकि सामान्य रूप में उन जीवाणुओं के प्रति मनुष्य में उच्च श्रेणी की प्रतिरक्षा सामर्थ्य होती है। सत्य तो यह है कि बहुत से वैक्टीरिया हमारे सेबक हैं, उदाहरणार्थ कुछ वैक्टीरिया वायु की नाइट्रोजन को पौधों के भोजन में परिवर्तित कर देते हैं। रोगोत्पादक जीवाणु विश्वासघाती शत्रु होते हैं। इनका प्रवर्धन, प्रविभाजन द्वारा होता है अर्थात् प्रत्येक तीस मिनट बाद एक जीवित कोशिका टूटकर दो कोशिकाएँ बनाती है। इन नयी कोशिकाओं में से प्रत्येक की वृद्धि होती है, और फिर वे टूटकर पहले की तरह दो कोशिकाओं में विभक्त होती जाती है। इस प्रकार आदर्श अवस्थाओं में इनकी संख्या प्रत्येक आधे घंटे बाद दुगुनी हो जाती है। प्रवर्धन में इतने विलक्षण होने

का यह अभिप्राय है कि यदि इसे रोक न जाय तो एक अकेले वैकटीरिया की संतति पांच दिनों में इतनी हो जायेगी कि पृथ्वी पर स्थित सब समुद्रों के बराबर स्थान भर सकेगी। प्रकृति ने इसलिए ऐसे परिवर्धन पर प्रतिबन्ध लगा दिये हैं।

सौभाग्यवश वायु ऐसा माध्यम नहीं है जिनमें जीवाणु नवीं प्रकार पनप सकें। यदि वायु में आद्रता सही न हो तो बहुत से वैकटीरिया मूल कर मर जाते हैं। वे सूर्य के परावर्गनी (अल्ट्रावायलेट) विकिरणों के अल्पकालिक प्रभाव में नष्ट हो जाते हैं। कम तापक्रम इनकी सक्रियता को बहुत कम कर देता है तथा ऊँचे तापक्रम इनको शीघ्र ही नष्ट कर देते हैं। फिर भी इनमें से कुछ बच निकलते हैं। बहुत अनुकूल परिस्थितियों में कुछ जीवाणु महानो तक पहनने के बपड़े, कम्बल तथा अन्य वस्तुओं के साथ चिपके रह सकते हैं, और मौका पड़ने पर वायु के जरिये पुनः संचरण करने योग्य हो जाते हैं। बोलने-चासने, खांसने और छीक मारने पर बहुत से वैकटीरिया मुँह और नाक में से निकल कर वायु में फैल जाते हैं, और यह सर्वथा सिद्ध किया जा चुका है कि उनमें से कुछ वायु द्वारा दूसरे व्यक्ति के मुँह और नाक में जा पहुँचते हैं। छीक मारने से जीवाणु सबसे ज्यादा फैलते हैं। एक छीक से मुँह और नाक में से बीस हजार जीवाणु निकलते हैं।

जीवाणुओं से छुटकारा बहुत कठिन है। यद्यपि सहरों के बाहर गाव की वायु में तुलनात्मक दृष्टि से बहुत कम वैकटीरिया उपस्थित होते हैं। जगलों की वायु में तो इनकी उपस्थिति सिद्ध करनी भी कठिन है। पौधों और वृक्षों के पत्ते इनके लिए प्रभावशाली छानने का कार्य करते हैं। किसी सागर के ऊपर उपस्थित वायु में ज्यों-ज्यों हम तट से समुद्र के अन्दर की ओर जायें तो वायु उत्तरोत्तर जीवाणुओं से अधिक रहित होती जाती है। नगरों की वायु में जीवाणुओं की उपस्थिति बहुत अधिक होती है, परन्तु वहाँ भी जीते-जागते जीवाणु सख्या में उससे कम ही होते हैं जितनी कि आशा की जाती है। सूर्य का प्रकाश तथा सूखना उनकी सख्या को शीघ्र ही बहुत कम कर देता है।

विषाणु जीवाणुओं से भी बहुत छोटे होते हैं, तथा निर्जीव रासायनिक पदार्थों और सजीव द्रव्य के मध्य पुता का काम करते हैं और इस प्रकार से इन दोनों अवस्थाओं से सवध रखते हैं। ये एक माइक्रॉन के तीन दसवें से लेकर सौवें भाग के बराबर होते हैं। बहुत बड़ा करके देखने पर ये गोल्फ गेंद के रोशनों, किसी घागे के टुकड़ों या पेन्सिल के सिक्के के टुकड़ों की तरह दिखाई देते हैं। इनमें से मनुष्य तथा जानवरों में संचरण करने वाले विषाणु लगभग गोलाकार होते हैं, परन्तु पौधों में रोग उत्पन्न करने वाले विषाणु लम्बूतरे प्रतीत होते हैं। हमारे बहुत से भयानक रोग विषाणु द्वारा ही होते हैं। उनमें चेचक, पीत ज्वर (येलो फीवर), टाइफस और शिशु पक्षाघात (इनफेन्टाइल पैरालिसिस) रोग प्रमुख हैं। साधारण रूप में ये रोग चीचड़ (टिक्स), जूँ (माईट), पिस्सू (पत्तीज) मच्छर और अन्य कीटों द्वारा संक्रमित होते हैं। परन्तु साधारण जुकाम, श्वसन तन्त्रों के अन्य संचरण और सग्नवतया शिशु पक्षाघात, खांसने और छीकने से वायु में लगभग उसी तरह फैलते हैं जैसे कि

बैक्टीरिया द्वारा उत्पन्न रोग। इन्फ्लूएंजा उत्पन्न करने वाला विषाणु कण जीवाणु की तरह इधर-उधर फर्श पर महीनों तक पड़ा रह सकता है, और पुनः सक्रिय होकर रोग उत्पन्न कर सकता है।

विभिन्न प्रकार के कीट वायु में रहते हैं, जिनमें शहद की मक्खियां, घरेलू मक्खियां तथा पिस्सू आम हैं। चूंकि अपेक्षाकृत ये बड़े और दृढ़ शरीर के होते हैं अतः ये सब अपनी उड़ानें प्रायः खुद ही भली प्रकार नियन्त्रित कर सकते हैं। इसलिए ये प्रायः पृथ्वी तल से बहुत ऊंचाई तक कम जा पाते हैं। इसके विपरीत कम उड़ने वाले और बड़े पंखों के कीट भी हैं—जैसे मिज, ऐफिड तथा साइलिड, जो चौदह हजार फुट की ऊंचाई पर और समुद्र के तटों से कई सौ मील दूर पाये गये हैं। इसी प्रकार बिना पंखों के कीट जैसे चीटियां, जुएँ और मकड़ियां कई बार अधिक ऊंचाइयों पर भी मिली हैं।

यह तथ्य कि ऊपरी वायु में लगभग सब प्रकार के कीट हैं, महत्वपूर्ण परिणाम उत्पन्न करने वाला है। यद्यपि किसी भी राज्य में प्रविष्ट होने के लिए बन्दरगाह की भली-भांति निगरानी की जाती है, और अन्तर्राष्ट्रिय यातायात पुलिस के नियन्त्रण में रहता है, तो भी स्वतन्त्र वायु में कीड़ों का आना-जाना रोका नहीं जा सकता और न ही नियन्त्रित किया जा सकता है। प्रशान्त महासागर तथा अन्ध महासागर चूंकि बहुत बड़े हैं इसलिए अमेरिका तक खतरनाक जीवों के पहुँचने की संभावना बहुत कम है। इसके विपरीत वेस्ट इन्डोज, सेंट्रल अमेरिका तथा मेक्सिको के पास होने के कारण उनसे जीव उड़कर या वायु द्वारा उड़ाये जाकर किसी भी समय अमेरिका में पहुँच सकते हैं।

वायु में कीटों के बड़ी संख्या में होने के अतिरिक्त कीट कण भी अधिक संख्या में उपस्थित होते हैं। उदाहरणार्थ पित्तक के अण्डे वायु से हल्के होते हैं और सरलता से वायु में इधर-उधर तैरते रहते हैं।

पृथ्वी सूर्य के चारों ओर अपने कक्ष में घूमती हुई इन हानिकारक जन्तुओं का कुछ भाग वायु के साथ पीछे छोड़ जाती है, ठीक उसी प्रकार जैसे कि एक चलते हुए रेलगाड़ी के इंजन से निकला हुआ धुआँ।

आकाश की रंगीनियाँ

संसार के सब दृश्यों में आकाश का दृश्य सौन्दर्य, विस्तार और गरिमा में बढ़ बढ़कर है। एक रंगबिरंगा विराट् दृश्य जो कि अनन्त और भव्य है हमारे ऊपर के सारे वायुमण्डल में फैला हुआ है। एक सुनहरी उद्दीप्ति पूर्व में ऊपाकाल होने की घोषणा करती है और पश्चिम में लालिमामय आकाश सायंकाल के समय में दिन की विदाई देता है। मेघरहित आकाश के दिन के समय हमारे सिरों पर एक बहुत ही महीन पारदर्शीय शामियाने की भांति होता है। रात्रि के समय तारों की भव्यता और भी बढ़ जाती है जबकि आरोंरा का प्रकाश बहुत ऊँचाई पर एक रंगीन परदा बुन देता है। शायद ही कोई ऐसा दिन हो जबकि आकाश में इधर-उधर धूमते रोयेंदार बादल एक जाल-सा बुनते प्रतीत न होते हों और कभी-कभी घने बादलों के इधर-उधर पर्यटन करते छोटे-छोटे बादल दिखाई न दे रहे हों, ठीक उसी प्रकार जैसे कि बच्चे अपने माता-पिता के इधर-उधर धूमते हैं। कभी तो गहरे श्याम वर्ण के वर्षा वरसाने वाले मेघ दिखायी देते हैं जिनके अन्दर से चमकदार रंगों वाले इन्द्रधनुष फूट पड़ते हैं। कभी-कभी सूर्य एक सुनहरी छरला पहने हुए तथा चन्द्रमा एक रंगबिरंगा क्रास धारण किये दिखाई देता है। सूर्य कई बार अपना रंग बदलता है, हरा हो जाता है और कभी-कभी अपने साथी सूर्यों के साथ दिखाई देता है। अपने चंचल स्वभाव के कारण आकाश में कभी अजीब प्रकाश दृष्टिगोचर होते हैं, कभी-कभी तो ऐसा प्रतीत होता है कि कोई जहाज उड़ता होकर समुद्र की लहरों के स्थान पर बादलों में तैर रहा है। कभी-कभी बिना आकार के पर्वतों की चोटियाँ दिखाई देती हैं।

आकाश एक विस्तृत हल्के नीले रंग का शुभ्रद है। ध्यान रहे कि नीला होना आकाश का प्राकृतिक गुण नहीं है, जैसा कि पहले समझते थे। ल्यूनाडों दा ब्रिन्सी का सुभाव था कि आकाश का नीला रंग दिन के समय के श्वेत प्रकाश और रात्रि के समय के अन्तरिक्ष के काले रंग के मिलने से बनता है परन्तु श्वेत और काला रंग मिलाकर, घूसर बनाते हैं न कि नीला। वायु में उपस्थित ओजोन की तरङ्ग के घटकों का भी यह प्राकृतिक रंग नहीं है जैसा कि उन्नीसवीं शताब्दी में विचार किया जाता था और न ही यह किसी ऐसे प्रकाश के कारण है जो कि वायुमण्डल अपने में ही बाहर निकालता हो, क्योंकि उस अवस्था में इसको रात के समय में भी नीले रंग का ही देना चाहिये। वायुमण्डल में बहुत ऊँचाई पर वायुयानों द्वारा उड़ने वाले

यानचालको ने रंग के विषय में यह सुझाव दिया है कि यदि वायु पूर्णतया पारदर्शक होती या वायु अनुपस्थित ही होती तो आकाश काला दिखाई देना चाहिये था। चूँकि पृथ्वी पर से हमें काला दिखाई नहीं देता, अतः आकाश के नीलेपन का कारण अवश्य ही सूर्य के प्रकाश का गुण और व्यवहार है जबकि प्रकाश वायुमण्डल के अवयवों से टकराता है या इसकी मुठभेड़ होती है।

सूर्य के विकिरण विभिन्न तरंगदैर्घ्यों वाली चुम्बकीय विद्युत् तरंगें होते हैं। इनमें से दीर्घतरंगदैर्घ्य वाली तरंगों को हम ताप के रूप में अनुभव करते हैं और लघुतरंगदैर्घ्य की तरंगों को हम रेडियो ग्राहको द्वारा पहिचान सकते हैं। हमारी आँखें प्रकाश तरंगों की बहुत छोटी पट्टी या बैंड के लिए ही सुग्राही हैं जो कि स्पैक्ट्रम (वर्णपट) के केन्द्र के पास रहती हैं। इस पट्टी या बैंड को दृश्य प्रकाश कहते हैं। जैसे कि हमारे कान विभिन्न तरंगदैर्घ्य की तरंगों की आवाजों में भेद कर सकते हैं, और हम विभिन्न प्रकार की आवाजें और शोर सभी कुछ सुन सकते हैं उसी प्रकार से हमारी आँखें विभिन्न प्रकार के तरंगदैर्घ्य वाली तरंगों में भेद कर सकती हैं जिसकी वजह से हम विभिन्न प्रकार के रंगों को और उनकी चमक-दमक को देख सकते हैं, अनुभव कर सकते हैं। इस दृश्य पट्टी के तथु भाग एक विशेष प्रकार का सवेदन उत्पन्न करते हैं जिसको हम बैंगनी रंग के रूप में पहचानते हैं। उत्तरोत्तर तरंगदैर्घ्य वाले भाग क्रमशः जामनी, नीला, हरा, पीला, नारंगी तथा लाल होते हैं। वस्तुओं के रंग, जो कि हमें गुलाब के गहरे लाल रंग से लेकर आरविड के हल्के बैंगनी रंग तक नजर आते हैं प्रकाश की उन तरंगदैर्घ्यों पर निर्भर है जिसमें हम वस्तुओं को देखते हैं। यदि गुलाब को ऐसे प्रकाश में देखा जाय जिसमें कि लाल तरंगदैर्घ्य वाली किरणें न हों तो वह लाल रंग का प्रतीत नहीं हो सकता।

यदि हम विभिन्न तरंगदैर्घ्यों की तुलना छोटे-बड़े विभिन्न आकार के फौजी जवानों से करें, जो कि ब्यूह विन्यास में मार्च कर रहे हों तो वायुमण्डल में से गुजरने वाले प्रकाश के व्यवहार का ठीक अनुमान हो सकता है। इसे स्पष्ट करने के लिए हम यह मान लेते हैं कि छोटे कद के बौने जवान नीले वस्त्रों में, कुछ बड़े साधारण जवान पीले वस्त्रों में तथा अतिकाय जवान लाल वस्त्रों में हैं। नि सन्देह ये दृश्य प्रकाश के विभिन्न तरंगदैर्घ्यों का क्रमशः प्रतिनिधित्व करते हैं। ये जवान यदि एक ऊबड़-खाबड़ चट्टानों वाले क्षेत्र में से मार्च करें तो छोटे-बड़े कद का होने से, अवश्य ही उनका ब्यूह-विन्यास गड़बड़ हो जायेगा। अतिकाय जवानों के कदमों की चाल में कोई अन्तर नहीं आयेगा। औसत आकार के जवान, जिन्होंने पीले वस्त्र पहन रखे हैं, अपने कुछ छोटे आकार के कारण कुछ ठोकर खाने के बाद उस क्षेत्र को पार कर जायेंगे। इसके विपरीत नीले वस्त्रों वाले बौने जवान ठोकर खाकर गिर पड़ेंगे और अपने रास्ते की उस सरलता से न पार कर सकेंगे जैसा कि अन्य दो श्रेणियों के जवानों ने किया है। चट्टानों के बड़े पत्थरों को वे पार नहीं कर सकेंगे और उन्हें पत्थरों के चक्कर कर जाना होगा। यदि दूर से इस दृश्य का निरीक्षण करें तो यह विदित होगा कि

जवानों की अधिक संख्या क्षेत्र को पार कर चुकी होगी तो भी नीले वस्त्रों वाले बौने जवान ठोकरें खाते हुए दिखाई देंगे।

ठीक इसी प्रकार में प्रकाश के गाय होना है जब वह हमारे एक मील ऊंचाई के वायुमण्डल में से गुजरता है। अपेक्षाकृत दीर्घतरंगदैर्घ्यों की किरणें सरलता से इस वायुमण्डल को पार कर जाती हैं, कम तरंगदैर्घ्यों की तरंगों को वायुमण्डल के अणु इधर-उधर सब दिशाओं में बिखेर देते हैं। ये तरंगें न केवल विचलित ही होती हैं, बल्कि इनमें से कुछ विलियड की गैद की भाँति बार-बार इधर-उधर ठोकर खाती हैं। इसीसे जब हम ऊपर की ओर देखते हैं तो हमें अधिकतर नीली लघु तरंगदैर्घ्यों की किरणें दिखाई देती हैं जो कि हमारी ओर इधर-उधर सब दिशाओं में आ रही होती हैं।

जब वायुमण्डल में घन तथा धूलरहित स्वच्छ अवस्था में हो तो आकाश का नीला रंग दूर स्थित पहाड़ियों और हमारे ऊपर छाया प्रतीत होता है। यह नीला रंग वायु से भी आता है। वस्तुतः यदि पहाड़ियों पर जंगल हों और उनका रंग गहरा हो तो प्रकाश का अधिक भाग वायुमण्डलीय छितराव में आयेगा। जितनी दूर पहाड़ियाँ होंगी उतना ही गहरा नीला रंग दिखाई देगा और यह वायु की अधिक मोटी तह के होने के कारण होगा। इस रंग की गहराई को अनजाने में ही हम मभवतः किसी दूरी का अनुमान करने के लिये प्रयुक्त करते हैं।

यद्यपि साधारणतया आकाश हमें नीला दिखाई देता है तथापि अवस्था अनुसार वह अन्य रंग का भी दिखाई दे सकता है। आकाश का दिखाई देने वाला रंग उस द्रव्य पर भी निर्भर है जिसके साथ प्रकाश वायु में टकराता है। जैसा कि हम पहले देख चुके हैं बादलों के अतिरिक्त धूल तथा अन्य प्रकार के कण नीचे के वायुमण्डल में सकेन्द्रित होते हैं। ये कण वायु के अणुओं से बड़े होने के कारण दीर्घतरंगदैर्घ्यों वाले प्रकाश को छितरा देते हैं। जब सूर्य सीधा हमारे मिर पर होता है, तो यह प्रभाव प्रायः महत्वपूर्ण नहीं होता, क्योंकि प्रकाश लम्बे रूप से धूलकण भरे वायुमण्डल में से कम-से-कम दूरी तय करके पृथ्वी पर पहुँचता है। परन्तु जब सूर्य क्षितिज के समीप होता है, तो इसकी किरणें वायुमण्डल में से टेढ़ी गुजरती हैं, और इस प्रकार केन्द्र तथा अन्य कणों से भरी वायु में से अधिक रास्ता तय करना पड़ता है। तब सभी तरंगदैर्घ्यों का छितराव हो जाता है। नीली किरणें पूर्णतः रुक जाती हैं, और केवल लम्बे तरंगदैर्घ्य-वाली लाल किरणें ही पार कर सकती हैं। सूर्य की दिशा में आकाश इस प्रकार लालिमाय दिखाई देता है। वायु में जितने अधिक धूलकण तथा भेषकण उपस्थित होंगे उतना ही गहरा रंग दिखाई देगा। ज्वालामुखी पहाड़ी में बिस्फोट हो जाने के पश्चात् धूल की बड़ी मात्राएं वायु में तैरने लगती हैं तब आकाश सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय विशेष रूप में भयानक और रक्त के से रंग का दिखाई देता है। यह लाल ज्यादा होने पर एक भूरा सा प्रकाश सूर्य से चन्द्रमा पर भी पड़ता है। यदि कुछ धूल-तथा भेष के सूक्ष्म विन्दु वायु में प्रकाश का परावर्तन करने के लिए उपस्थित न

होने तो सूर्योदय एकदम, और इसी प्रकार से सूर्यास्त भी उसी शीघ्रता से हो जाता और उपाकाल का मुहावना समय न होता। ऐसे ही सूर्यास्त के बाद सान्ध्य प्रकाश भी दिखाई न देता।

रात्रि के प्रदीप्त बादल वायुमण्डल में उपस्थित महीन कणों पर जो सम्भवतः उल्कापातों से आते हैं, सूर्य के प्रकाश की क्रिया के कारण दिखाई देते हैं। कुछ खास कारणों से जिनकी अभी तक व्याख्या नहीं की जा सकी है, ये प्रदीप्त बादल उत्तरी गोलार्द्ध में केवल पैतालीस अंश से साठ अंश अक्षांश के मध्यवर्ती स्थानों से तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में भी इसी प्रकार इन्हीं अक्षांशों के मध्य से दिखाई देते हैं। मई मास के मध्य से अगस्त मास के मध्य तक ये बादल अधिकतर देखने में आते हैं। सूर्यास्त से पहले आकाश बिल्कुल स्वच्छ होता है। सूर्यास्त के पन्द्रह मिनट पश्चात् प्रदीप्त बादल बनने आरम्भ होते हैं और बादी के रंग की पट्टियाँ बनाते जाते हैं, जो कि क्षितिज के समीप सुनहरे पीले हो जाते हैं। तत्पश्चात् एक घंटा या अधिक देर तक ये चमकते रहते हैं। इसके विपरीत साधारण बादल गहरे रंग के होते हैं और उनमें से किसी प्रकार की चमक नहीं आती। इससे यह स्पष्ट है कि रात्रि के प्रदीप्त बादल सूर्य के प्रकाश में स्नान कर रहे होते हैं। इसलिए प्रतीत होता है कि वे ऊपरी वायु में पर्याप्त ऊँचाई पर उपस्थित होते हैं। साधारणतया यह ऊँचाई पचास और साठ मील के मध्य होती है।

जब हमारे और सूर्य के मध्य उपस्थित कण छोटे और लगभग एक आकार के होते हैं, तो कुछ विशेष रंग बन जाते हैं। जंगलों में रागी बड़ी आग से प्राप्त धुएँ के कण सम्भवतः इसी दशा में होते हैं और इनके कारण ही सूर्य, बादलों में धिरे चन्द्रमा की भाँति मद्धम प्रतीत होता है और रंग में नीला या हरा दिखाई पड़ता है। कैनाडा के जंगलों में दूर तक फैली हुई आग से प्राप्त धुआँ १९५० ईस्वी में सारे यूरोप के ऊपर छा गया था, और कई दिनों तक सूर्य का रंग नीला दिखाई देता रहा। ऐसी अवस्था में मौसम के केन्द्रों तथा समाचार-पत्रों के कार्यालयों में घबराहटपूर्ण टेलीफोन सन्देशों का ताँता लग जायेगा कि सूर्य या चन्द्रमा हरा या किमी और विशेष रंग का हो गया है, जो कि अवश्य ही भावी दुर्घटनाओं का सूचक है। वस्तुतः यह कोई भय की बात नहीं है और इसका इतना ही अभिप्राय है कि एक से आकार के कण आकाश में लगभग पाव मील की ऊँचाई पर तैर रहे होते हैं। जब पहले-पहल ये बनते हैं तो उष्ण कटिबन्धीय क्षेत्रों में बादल नीले आकाश से भी अधिक नीले दिखाई देने हैं। कहा जाता है कि यह घटना उन्हीं नन्हे मूढम विन्दुओं के कारण होती है जो कि प्रारम्भिक बादलों में उपस्थित होते हैं।

वायु में उच्च ऊँचाई पर तैरते हुए एक से आकार वाले बर्फ के, त्रिभुज, कुछ अन्य विसिष्ट प्रभाव उत्पन्न करते हैं। शरद् ऋतु में कुछ दिन के साफ और चमकीले मौसम के पश्चात् जब उच्च ऊँचाई के बादल, जो कि पंखों की तरह हल्के और मंगुर होने हैं आकाश को श्वेत, दूधिया श्वेत बना देते हैं, तब चमकीले चक्र, जिन्हें

प्रभामण्डल "हेलोज" कहते हैं, सूर्य या चन्द्रमा के चारों ओर वृत्ताकार रूप में बन जाते हैं। चन्द्रमा के चारों ओर बने प्रभामण्डल मद्धम होते हैं, और इनके रंग समग्र अपत्यक्ष होते हैं। सूर्य हो या चन्द्रमा, यह घटना दुर्लभ नहीं है, यद्यपि बहुत से लोगों ने सम्भवतः इसे कभी देखा नहीं है। सप्ताह के बहुत से भागों में, विशेषकर उत्तरी गोलार्द्ध में शीतोष्ण अक्षांशों के क्षेत्रों में, ये प्रभामण्डल ("हेलोज") औसत रूप में चार दिन में एक बार दिखाई देते हैं। निरीक्षण करने वाले मौसम विशेषज्ञों ने इनको गिना है और उनके अनुसार एक वर्ष में दो सौ बार ये दृष्टिगोचर होते हैं।

पानी के जमने के तापक्रम से ऊपर के बादल तथा कोहरे पानी के तन्तु नूतन बिन्दुओं के बने होते हैं, जो रंगीन दृश्य उपस्थित करते हैं। जब ये बिन्दु आधे माइक्रॉन व्यास से कुछ कम के होते हैं, तो प्रकाश की तरंगें उनके चारों ओर घूमने लगी होती हैं जैसे कि समुद्र की तरंगें आगे निकली हुई चट्टानों के चारों ओर घूम जाती हैं। इन बिन्दुओं के पीछे जहाँ ये तरंगें मिलती हैं, वे एक-दूसरे के रास्ते में प्रतिरोध उत्पन्न करती हैं और इस प्रकार रंगों का पृथकीकरण हो जाता है। इसका परिणाम "कारोना" है। प्रकाश के स्रोत के चारों ओर ये सुन्दर चक्र उन प्रभामण्डलों की तरह होते हैं, जो चित्रों में सन्त महात्माओं के चेहरों अथवा शरीर के चारों ओर उनके सम्मानार्थ बनाये जाते हैं। चन्द्रमा और कुछ अधिक चमकने वाले तारों के चारों ओर भी कभी-कभी उस समय कारोना दिखाई देते हैं, जिस समय रोएँदार बादल उनके पान से गुजर रहे होते हैं।

"कारोना" में कई साफ रंगों के सकेन्द्रवृत्त भी दिखाई दे सकते हैं जिनमें से प्रत्येक अन्दर की ओर नीले रंग का होता है, उसके ऊपर पीला सफेद और बाहर की ओर लाल भूरा सा रंग दिखाई देता है। इनके व्यास प्रकाश के स्रोत से केवल कुछ ही गुणा बड़े होते हैं। बड़े से बड़े 'कारोना' अत्यन्त छोटे बिन्दुओं से बनते हैं और रंग सबसे चमकीले उस समय में होते हैं जबकि बिन्दु एक ही आकार के होते हैं। किसी साधारण बिद्युत् लैम्प के चारों ओर भी कारोना दिखाई देता है जबकि उसे ठण्डी शरद् ऋतु की रात में खिड़की के उस शीशे में से देखें, जिस पर पानी की तन्तु बूँदें जम रही हों।

साधारण इन्द्रधनुष प्रकृति के सुन्दर और आनन्ददायक दृश्य हैं। परन्तु इनके विषय में, कई अन्य विश्वास की बातें प्रचलित हैं। हम में से बहुतों ने लोककथाओं में कहे गये सोने के पात्र के विषय में सुना होगा जो कि इन्द्रधनुष के किनारे पर पाया जाता है। कुछ लोग अब भी इस बात में विश्वास रखते हैं कि इन्द्रधनुष की ओर यदि अंगुली से सकेन किया जाय तो वह अंगुली अवश्य ही कट जायेगी, या इन्द्रधनुष की ओर सकेत करने वाली चीज पर तड़ित् गिरेगी। दक्षिण-पश्चिमी इंडियन जातियों कभी इन्द्रधनुषों को बुरा समझती थीं, क्योंकि उनके विचारानुसार इन्द्रधनुष पानी का शोषण कर लेते हैं और इस प्रकार सूखा पड़ने लगता है।

इन्द्रधनुष पानी की बूँदों पर प्रकाश के पड़ने से बनता है। कभी-कभी कोहरे

के बिन्दुक भी इसका कारण होते हैं, परन्तु अधिकतर इसका कारण वर्षा की कुछ बड़ी बूंदें ही होती हैं। न तो बादलों के छोटे बिन्दुक और न हिम परतें ही कभी इन्द्रधनुष बना सकते हैं। यदि वर्षा गिरने के समय या साफ आकाश के दिन इन्द्रधनुष बने तो यह निश्चित है कि वहाँ कुछ अर्ध पिघली हुई वर्षा है या वर्षा की बहुत हल्की-सी फुहार पड़ रही है, जो कि दिखाई नहीं दे रही। पानी की बूंदें जो कि इन्द्रधनुष बनाती हैं, एक से डेढ़ मील की दूरी पर होती हैं, यद्यपि किसी गहरे रंग की पृष्ठभूमि जैसे कि घने जंगल के सामने ये कुछ गज की दूरी पर ही देखी जा सकती हैं। निःसंदेह प्राकृतिक इन्द्रधनुष किसी पानी का छिड़काव करने वालों 'लान-स्प्रिंकलर' या फव्वारे में से निकलती हुई पानी की बौछार पर प्रकाश डलने से कुछ फुट की ही दूरी पर दिखाई देता है। किन्तु इन्द्रधनुष किसी वास्तविक वस्तु की तरह किसी निश्चित स्थान पर नहीं होता, यह केवल किसी विशेष दिशा से आता हुआ प्रकाश है। यदि हम चलते हैं तो इन्द्रधनुष चलता है। प्रत्येक व्यक्ति चाहे वह किसी समूह में ही क्यों न हो, एक भिन्न इन्द्रधनुष देखता है, और चूँकि प्रकाश का परावर्तन करने वाली बूंदें गिर रही होती हैं, इसलिए हम भी हर बार वर्षा की नयी बूंदों से बने इन्द्रधनुष देखते हैं।

एक वर्षा की बूंद के साथ टकरा कर प्रकाश आंशिक रूप से परावर्तित और आंशिक रूप से ही अपवर्तित हो जाता है ठीक उसी प्रकार जैसे कि वर्षा के एक क्रिस्टल के द्वारा होता है। बूंद चूँकि गोलाकार या उससे मिलते-जुलते आकार की होती है, कुछ प्रकाश को सब दिशाओं में प्रकीर्ण कर देती है, परन्तु एक विशेष तेज किरण जो कि रंग के अनुसार कुछ अलग हुई होती है, आने वाली दिशा में ही बयालीस अंश का कोण बनाते हुए लौट जाती है। इससे कुछ कम तेज किरण रंग के अनुसार पृथक्भूत लगभग इक्यावन अंश का कोण बनाती हुई वापिस हो जाती है। कम कोण से आने वाला प्रकाश प्राथमिक इन्द्रधनुष और बड़े कोण से आने वाला प्रकाश द्वितीयक इन्द्रधनुष बनाता है, जो कि कभी-कभी दिखाई देता है। जब सूर्य बयालीस अंश से अधिक ऊँचा होता है तब इन्द्रधनुष का बनना सम्भव नहीं होता, क्योंकि अपवर्तित प्रकाश हम तक प्रेषित नहीं किया जा सकता।

इसी कारण विपुवर्तीय तथा शीतोष्ण प्रदेशों में प्रातःकाल तथा मध्याह्नकाल के मध्य के समय में भूमि पर से इन्द्रधनुष दिखाई नहीं देने। परन्तु जैसे-जैसे सूर्य क्षितिज की ओर नीचे आता-जाता है, इन्द्रधनुष का अधिक भाग दिखाई देने लगता है, जब तक कि सूर्यास्त के समय बढ़ते-बढ़ते अर्धवृत्त इन्द्रधनुष नहीं बन जाता।

मेघ अपने आप ही विभिन्न प्रकार के अनेक कलात्मक आकार ग्रहण कर लेते हैं। प्रलयंकर तूफानी वादल तक अपनी भयंकरता में भव्य दिखाई देते हैं। कभी-कभी तो बादलों से ऐसी कलात्मक आकृतियाँ बन जाती हैं जो कि सम्भवतः उत्तम श्रेणी के भूर्तिकार ही बना सकते हैं। सुव्यवस्थित वादल पट्टिकाएँ, जिनके बीच-बीच में तूफानी आकाश की धारियाँ होती हैं, "बिलो, बिन्दरो, रोल अथवा देव (तरंग)

कहलाती हैं। जब बादलों की तह ऊपर चढ़ती हुई, तीव्र वेग वाली वायु में पहुँच जाती है, तो यह तेज वायु, बादलों को लपेट कर बेलनाकार रूप दे देती है। जब गुच्छ या पन वायु एकाएक बादल की तह में चली जाती है तो उनमें एक छिद्र हो जाता है। यदि तेज गरज वाले तूफान के बादलों का ऊपरी भाग ऊपर उठती हुई वायु धाराओं से परे बरा जाय, तो उसमें भ्रोन-सा बन जाता है जिसे “सैन बलाउड” कहते हैं, गरज बान, या तकनीकी रूप में इसको “मेमेटो कम्प्लेक्स” भी कहते हैं। भंडा बादल पहाड़ की वायु सहित ढाल पर एक बड़े द्येवत भण्डे के समान फहराता प्रतीत होता है। हवाएँ, जो पहाड़ से टकराती हैं, वायुरहित ढाल पर पहुँचते-पहुँचते शान्त हो जाती हैं, और उनका दाब बहुत कम हो जाता है। दाब के कम हो जाने में तापक्रम भी कुछ कम हो जाता है, परिणामस्वरूप इस वादन में यद्यपि निरन्तर वाष्पीकरण हो रहा होता है, फिर भी यह लगातार बनता भी रहता है। भूराकार मेघ भी पहाड़ी क्षेत्रों के ऊपर बनते हैं। जैसा कि इनके नाम से स्पष्ट है ये लगभग नीचे से देखने में गोल प्रतीत होते हैं, दूर से देखने पर आवर्धक लैन्स के समान मध्य में मोटे और किनारों पर पतले दिखायी देने ह। ये नाधारण बादल ही होते हैं, जिन्हें कि पहाड़ों के ऊपर की तेज हवा की धाराएँ विशिष्ट आकृति दे देती हैं। जब सूर्य की किरणें सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय बादल पर से परावर्तित होती हैं तो उन बादलों के किनारे सुनहरी चमकने लगते हैं। कभी-कभी बादल आवर्त में घिर जाते हैं और गोल घूमने लगते हैं। बहुत ऊँचे उड़ने वाले वायुयान उड़ते हुए वाष्पों की धारा छोड़ते हैं, जो द्रवित होने पर बादल-सी प्रतीत होनी हैं। इन्हें कन्टेल कहते हैं। पहाड़ों की चोटियों और ऊँचे भवनों से नीचे उड़ने वाले बादल असाधारण दृश्य पैदा करते हैं। एक तूफानी बादल नीचे से देखने से केवल इसलिए कासा दिखाई देता है क्योंकि उसमें उपस्थित जल की मात्रा सूर्य के प्रकाश को गुजर जाने से रोकती है। उसी बादल को जब ऊपर से देखा जाय या उस ओर से देखा जाय जहाँ सूर्य का प्रकाश पड़ रहा हो, तो वह सफेद और रोशदार फुलफुला बादल प्रतीत होता है, ठीक उसी प्रकार का जैसा कि एक भाफ आकाश वाले दिन दिखाई देता है।

भव्य सूर्यास्त को छोड़कर न तो किसी प्रकार की बादलों की रचना, न इन्द्र-धनुष, न प्रभामण्डल और न कोई अन्य वायुमण्डलीय दृश्य ही आरोरा से तुलना कर सकता है। उत्तरी गोलार्द्ध में इसे आरोरा बोरियेलिस या उत्तरी प्रकाश कहते हैं, और दक्षिणी गोलार्द्ध में इसे आरोरा वास्टेलिस या दक्षिणी प्रकाश कहते हैं।

उत्तर में दिखाई देने वाले उत्तरी उपराकाल का नाम तीन शताब्दी पहले फ्रांसीसी दार्शनिक गैमेन्दी ने ठीक ही “आरोरा बोरियेलिस” रखा था। उत्तरी क्षितिज पर यह दृश्य प्रायः एक चबल प्रकाश और चमक के रूप में दिखाई देता है। ऐसा प्रतीत होता है मानो कि पहाड़ी के ऊपर आग जल रही हो और उसका प्रकाश मार्ग के वृक्षों में से नाचता हुआ आ रहा हो। कभी-कभी वह चमक बहुत तेज हो है और एक बड़े प्रकाशसेतु का रूप ले लेती है, और कभी-कभी यह लटकते हुए

बड़े-बड़े पदों के रूप में दिखाई देती है। प्रायः यह प्रकाशसेतु अत्यन्त सक्रिय हो जाता है, और इसका कुछ भाग लघु किरणों में और शेष घटने-बढ़ने वाले प्रकाश खण्डों में विसरित हो जाता है। इसके पीले से श्वेत रंग में लाल तथा हरे रंग का मिश्रण हो जाता है। जैसे-जैसे समय बीतता है, अन्य किरणें ऊपर की ओर उठती हैं, प्रोद्धे-हटती हैं और कुछ समय बाद फिर बाहर निकल पड़ती है। सम्पूर्ण उत्तरी आकाश सुन्दर रंगों की पताकाओं तथा प्रकाश की पट्टिकाओं से आच्छादित दिखाई देता है। सक्रियता जब शिखर पर पहुँच जाती है, तो प्रकाश की तरंगें जो क्षितिज से निकल रही प्रतीत होती हैं, कम प्रकाश वाले खण्डों को तेज प्रकाशमय बना देती हैं, ठीक उसी प्रकार जैसे कि बुझती हुई चिनगारियों पर से गुजरने वाली हवा का झोका। उक्त क्रिया का पीछे लौटना भी कोई कम आश्चर्यजनक नहीं है। प्रायः यह देखा जाता है कि जिस तरह से यह एकाएक विकसित होता है एक क्षीण प्रकाश का रेखा उत्तरी आकाश में शेष रह जाती है जो कि बाद में कभी-कभी निर्बल किरण द्वारा फिर सजीव हो जाती है।

‘आरोरा’ की प्रदीप्त सूर्य से निकले हुए सूक्ष्म कणों के, हमारे वायुमण्डल में प्रवेश करने से होती है। जैसी कि पहले व्याख्या की जा चुकी है ये कण हमारी पृथ्वी की ओर सैकड़ों अथवा सम्भवतः हजारों मील प्रति सेकेण्ड के वेग से आते हैं, और पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा ध्रुवीय क्षेत्रों में पहुँचा दिये जाते हैं। ये कण विद्युतीय आवेश लिए हुए होते हैं, तभी चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा वे प्रभावित हो सकते हैं। सूर्य से आने वाले ये हमलावर कण वायु के अणुओं को उत्तेजित कर उन्हें प्रदीप्त कर देते हैं। यह घटना भूमि से पैंतीस मील की ऊँचाई से छः सौ मील की ऊँचाई तक घटती है। इस प्रकार आरोरा इन्द्रधनुष की तरह एक परावर्तन द्वारा बनी घटना नहीं है, और इसलिए इसकी स्थिति निरीक्षक के खड़े होने के स्थान पर निर्भर नहीं करती। किसी भी समय इसका प्रकाश वायुमण्डल में उस स्थान से आ रहा होता है, जहाँ पर वायु को प्रदीप्त किया जा रहा होता है।

वायुमण्डल के इस महान् सागर में कुछ अन्य दृश्य भी दृष्टिगोचर होते हैं, जिनका वर्ण की वृद्धि, वर्ष के क्रिस्टलों तथा धूल के कणों से कोई सम्बन्ध नहीं है। कई दृष्टिकोणों से ये जादू के सबसे बड़े खेल हैं, यद्यपि इनका कारण बहुत सरल होता है। वायु का असमरूप से गर्म होना प्रकाश की किरणों को मुड़ जाने के लिए वाध्य कर देता है और वे विकृत होकर हमारी आँखों के सामने तरह-तरह का धोखा उपस्थित करती हैं।

रेगिस्तानी क्षेत्र वायुमण्डलीय अपवर्तन के कौतुकमय दृश्य उपस्थित करने के लिए प्रसिद्ध है। प्रातःकाल वायुमण्डल की ताप सम्बन्धी अवस्थाएँ प्रायः इस प्रकार की होती हैं, कि यद्यपि वह क्षेत्र समतल होता है फिर भी वहाँ खड़े मनुष्य पर ऐसा प्रभाव पड़ता है जैसे कि वह एक घाटी में खड़ा हो, जिसके चारों ओर की भूमि ऊँची होती है। इसके पश्चात् जैसे-जैसे सूर्य चढ़ता जाता है और पृथ्वी गरम होती जाती

है, ऐसा दिखाई देने लगता है कि मनुष्य एक सूखे टापू पर खड़ा है और चारों ओर अनन्त दूरी तक पानी ही पानी है।

बाइबल में वर्णित इजराइल के वज्जों की रक्त सागर में यात्रा से सम्बन्धित कहानी, जो कि रहस्यपूर्ण प्रतीत होती है, वास्तव में मरीचिका का ही उदाहरण है। मूमा के अनुयायियों को जो वस्तु पानी प्रतीत होती थी वास्तव में सम्भवतः वह एक मृग-मरीचिका ही थी क्योंकि यह घटना रेगिस्तानों में जहाँ कि सूर्य भली प्रकार चमकता है, प्रायः घटती रहती है। रक्तसागर के उत्तर की ओर जाते हुए इजराइल के अनुयायियों ने सम्भवतः अपने आपको जल से घिरा हुआ अनुभव किया, जहाँ पर वास्तव में कोई जल नहीं था। जैसे-जैसे वे आगे बढ़ते गये पानी पीछे हटता गया। जब उन्होंने मुड़ कर पीछे देखा, मिस्र की सेना पानी में से चलती हुई प्रतीत हुई और जब मृग-मरीचिका का प्रभाव बढ गया तो वह दिखाई देने बन्द हो गई जैसे कि इनसे डरकर भाग गई हो। मिस्र की सेना के लोगों को भी शायद इसी प्रकार से भ्रम हुआ हो। अपने पुराने दासों को मृग-मरीचिकाओं में अदृश्य होते देखकर उन्हें इस बात का भ्रम हुआ कि वे डूब गये हैं और इसलिये वे वापस घर लौट गए।

प्रकाश की किरणें ही नहीं, रेडार के किरणपुंज पर भी वायुमण्डलीय विभाग-गमन का प्रभाव होता है, और इसलिए कई रेडार यन्त्र चालकों को मृग-मरीचिकाओं द्वारा धोखा लगा है। द्वितीय महायुद्ध के दिनों में जबकि रेडार एक नई वस्तु थी, कई बार युद्धपोतों को भूतप्रेतों से लड़ना पड़ा जिनका वस्तुतः कोई अस्तित्व नहीं था। भूमध्यसागर में एक युद्धपोत ने एक रेडारलक्ष्य पर बमबारी की, जबकि न तो वह उसे डुबा ही सका और न ही कोई जवाबी तोपों के चलने की आवाज ही आई। इसके पश्चात् यह जगि जहाज जब उस लक्ष्य पर पहुँचा तो उसे समुद्र के पानी के अतिरिक्त कुछ नहीं दिखाई दिया। वहाँ पर वास्तव में कोई जहाज नहीं था, जिस पर वह बमबारी करता रहा। परन्तु नये स्थान पर एक दूसरा रेडार संकेत मिला जो कि पहले जैसा ही और प्रायः उसी दूरी पर था। दूसरा माल्टा का टापू था, और जिस लक्ष्य पर पहले बमबारी की गयी थी, वह टापू का परावर्तन था।

मृग-मरीचिकाएँ जिस प्रकार भूमि पर दृष्टिगोचर होती हैं, इसी प्रकार हवा में ऊँचाई पर भी घटती हैं। वायुमण्डल में इन ऊँचे स्थानों पर घटने वाली मृग मरीचिकाओं से केवल मौसम से सम्बन्धित प्रकाश विज्ञान के विशेषज्ञ ही अवगत हैं। विभिन्न तापक्रम और आर्द्रता लिए वायु के छोटे-छोटे पुंज लगातार इधर-उधर गति करते रहते हैं। तारों का टिमटिमाना इसी कारण से दिखाई देता है। रात और दिन के मध्य बदलती हुई मौसमी अवस्थाओं तथा वायु पुंजों के भ्रमण के कारण से हजारों फुट की ऊँचाई पर विभिन्न तापक्रम की तहें बन जाती हैं। वायु की ऐसी तहें एक प्रकार के लैन्स का कार्य करती हैं और गहरे काले बादल की पृष्ठभूमि में चमकते हुए तारों को फोकस में ले आती हैं, या गहरा बादल चमकती पृष्ठभूमि पर अध्यारोपित होता है। वे किसी बाहर की वस्तुओं से आने वाले प्रकाश को क्षितिज से दूर फेंक

सकती है। वायु की ये तहें प्रकाश के निराले तथा टेढ़े-मेढ़े प्रतिबिम्बों को परावर्तित कर देती हैं, जो कि वास्तव में पहाड़ी सड़क पर चढ़ती हुई मोटरगाड़ी की वक्तियों का प्रकाश ही होता है। आजकल की बढ़ती हुई वायुयानाओं में ऊँचे तलों पर मृग मरीचिका के कारण उत्पन्न हुए प्रभाव दिन-प्रतिदिन बढ़ती हुई सख्या में देखे जायेंगे।

आकाश में रहस्यपूर्ण वस्तुओं के अनेको उदाहरण हैं। १८६० के दशक के प्रारम्भ में इंग्लैंड के तटों से कुछ दूर कुछ अद्भुत प्रकाश दिखाई दिया, जहाँ रेत के टीले थे। जलयान वहाँ गये और नष्ट हो गये। उस समय इसका रहस्य कोई नहीं जान सका। परन्तु आजकल हमें सन्देह है कि मृग-मरीचिका ही इसके लिए उत्तरदायी थी। कुस्तुनतुनिया के निवासी पहली नवम्बर १८८६ ईस्वी को यह देख कर बहुत चकित हुए कि एक बहुत ही तेज प्रकाश से युक्त कोई अण्डाकार वस्तु, जो चन्द्रमा से कई गुना बड़ी थी, आकाश में तैर रही थी। यूरोप पर आकाश में १८६३ ईस्वी और फिर १८६८ ईस्वी में दो वस्तुएँ दिखाई दी, जो आपस में बँधे दो प्रकाश के गुब्बारे लगते थे। उन्नीसवीं शताब्दी में फ्रांस के वैज्ञानिक साहित्य में उड़ती हुई "गैस ज्वालाओं" के देखे जाने का वर्णन है और उनका जो विस्तृत विवरण दिया गया है वह रागभग वही है जो कि आजकल भूतप्रेतों का दिया जाता है। इससे भी पूर्व पन्द्रहवीं तथा सोलहवीं शताब्दियों में वेल्स के पश्चिमी घाट के लोग विचित्र प्रकाशों को देखकर चकित हुए थे। जैसा कि पहले भी वर्णन किया जा चुका है ऐजेकील का चक्र भी ऐसी ही चीज थी।

यद्यपि कहना अच्छा नहीं प्रतीत होता, फिर भी सचाई यह है जो कुछ हम देखते हैं, उस पर जो हम देखना चाहते हैं, उसका बहुत बड़ा प्रभाव पड़ता है। यदि यह बात न होती तो उड़न तश्तरियाँ इतनी प्रसिद्ध न हो जाती और न ही जादूगर लोग हस्त-कीर्तन से जीविकोपार्जन कर पाते। यह भी ठीक है कि हम उन्हीं वस्तुओं को देखते हैं जिनसे कि हम परिचित होते हैं। हमारे लिए नई वस्तुओं को देख पाना कठिन होता है, चाहे वे ठीक हमारी आँखों के सामने ही क्यों न हों। यह जान कर कि हम क्या देखना चाहते हैं यदि हममें से कोई व्यक्ति आकाश की ओर अपनी आँखें उठाये तो उसे प्रकृति के बहुत ही उल्लेखनीय आश्चर्य देखने को मिलेंगे।

नाना अन्ध्याय

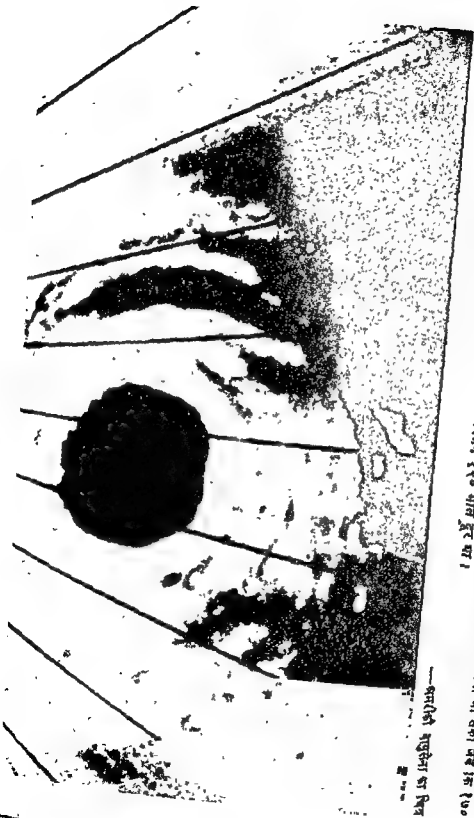
आश्चर्यजनक तरंगें

वायु के इस विशाल मागर में विचरते हुए हम इगमें गति पैदा किये बिना कुछ भी नहीं कर सकते। वस्तुतः हम आस-पास की वायु को इधर-उधर किये बिना एक दरवाजा तक नहीं खोल सकते और न ही प्यानी बना सकते हैं। इसी प्रकार मे एक जैट वायुमान भी नहीं उड़ सकता और न ही वायु को प्रकपित किये बिना किसी वृक्ष से फल ही तोड़ा जा सकता है। इस प्रकार किसी भी वस्तु को हिलाते समय उसके आस-पास की वायु अवश्य ही गतिशील हो जाती है। जब इस प्रकार कोई वस्तु हिलाई जाती है तो उसके द्वारा हिलाई गई वायु में उत्पन्न हुई धरधराहट सब दिशाओं में फैलती है। इसके परिणामस्वरूप विभिन्न दिशाओं में गतिमान होते हुए कम्पन लगातार हमारे आस-पास आगे पीछे पैदा होते रहते हैं। विभिन्न दिशाओं में गति करने वाले ये कम्पन अपेक्षाकृत एक दूसरे में स्वतन्त्र होते हैं। उनमें से बहुत से कम्पन बहुत ही हल्के होते हैं और कुछ सी गजों तक ही जा सकते हैं। तथापि कुछ एक भयंकर उपद्रवों से उत्पन्न कम्पन सम्पूर्ण संसार में फैल जाते हैं। जिन प्रकार संगीत के रूप में वायु में उत्पन्न हुए तारबद्ध कम्पन जंगली जानवरों को भी शान्त करने का जादू का सा प्रभाव रखते हैं, इसी प्रकार कोलाहल के रूप में विषम कम्पन मानव को पागल तक बना सकते हैं।

‘सैलो’ (एक प्रकार का वायुजन वाजा) के कम्पनशील तार की अस्पष्ट रूप रेखा हम देख सकते हैं। किसी बजाई गई घटी को अणु लियों से छूकर उसमें उत्पन्न कम्पनों को हम अनुभव कर सकते हैं। इन कम्पनों से हम सरलता से देख सकते हैं कि वायु में कम्पन किस प्रकार से पैदा होते हैं। सबसे पहले उस वस्तु के पास वाले वायु के अणु तीव्रता से दूर धकेले जाते हैं। तब वे तार या घटी के पीछे हटने पर रिक्त हुए स्थान को पुन भर देते हैं। और तार या घटी के कम्पन के फिर आगे होने पर फिर वे उनसे दूर धकेल दिये जाते हैं। दूर उपस्थित वायु के अणु इन पहले विक्षुब्ध हुए अणुओं से प्रभावित होते हैं और उनके पीछे-पीछे उसी प्रकार से सेकेन्ड से भी कम अन्तर पर आगे पीछे होने लगते हैं। इस प्रकार उन कम्पनों के स्रोत के चारों ओर कुछ मण्डल से बन जाते हैं जहाँ कि अणु क्रमशः अधिक अथवा कम घने होते हैं, या दूसरे शब्दों में यह कहा जा सकता है कि वहाँ पर वायु का दाब तुलनात्मक दृष्टि में पहले

एक प्रसन्न (सुख) का रेडार कोटो । एग्नेस सुख की, जो नवम्बर १९५२ में अफिराना पर भागे बाला या, पूरे तरह मरी
 मील प्रति घंटा की चाल से अफिराना हुआ सुखान सभी अफिराना से लगभग १२० मील दूर था ।

—अमेरिकी वायुसेना का चित्र



मृगं हतम् । यह आश्चर्य्य योक्तव्यम्, इति, ते सुयति के समय दिनाई

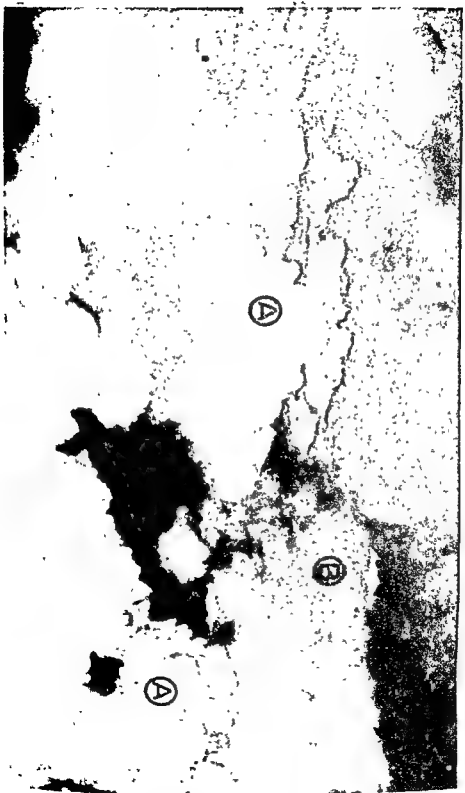
रिमा ।

—सी० प० बुड के लीजन्व से

कृष्ण, १९९९, १९९९, १९९९

सामान्य वादल निर्माण । A पर के कई जैसे वादल अलग-अलग प्रकारों के होते हुए हैं । उनमें "बीज देने" वाला पर "बीज देने" का कोई प्रभाव नहीं होता ।

— वेदवत् प्रसार, बीज, बीज, बीज



गुप्तार्थं भगवत् के उपर इतित वापु । भूयं धीर गरी हवा गा जो सचय सधिक घने वसे हृष्ट धीर उद्योगे दाते क्षेत्रों पर मंडरता
 ६. यह मरी लपट दील रहा है ।

—इटर-स्टेड सैनिटेशन कमिशन, कनै०, न्यू० ज०, न्यूयार्क राज्य के सौजन्य से



अपनी वापस करने में सफेद सोडियम फेंक रहा है। ये चित्र तीसरी सड़क के पक्ष में लिये गये थे। सोडियम की भाग्य रेखा के पीछे भी बराली है जिसमें ऊँचाइयों पर पवन वेगों का बदलना।

—मिनीट्रिक्स प्रिसर्व डायरेक्टोरेट, पक्ष फोर्स मैग्निज प्रिसर्व सोड, पक्ष प्रिसर्व और डिवलपमेंट कमांड के सौजन्य से



अधिक हो जाता है और फिर कम। ये मण्डल दाव की तरंगों के रूप में आगे बढ़ते हुए हमारे कानों पर ध्वनि के रूप में अंकित हो जाते हैं।

ध्वनि इस प्रकार वायु के अणुओं के तालवद्ध नृत्य की सामान्य अनुभूति होती है। इसके अतिरिक्त इन्द्रियो पर प्रभाव और वायु के विक्षोभ दोनों के कारण ही ध्वनि की अनुभूति होती है। यद्यपि सामान्यतः जो कुछ हम सुनते हैं उसी को ध्वनि कहते हैं तथापि इसको वायुमण्डल (अथवा पानी, लोहा, मृत्तिका इत्यादि में) उत्पन्न हुए कम्पन भी समझा जा सकता है। पहली परिभाषा के अनुसार ध्वनि को सुनने वाला यह अनुभव करता है कि ध्वनि तंभी होती है जबकि वह सुनी जा सकती है, परन्तु इसके विपरीत दूसरी परिभाषा के अनुसार ध्वनि किसी कम्पन करते हुए पदार्थ से आती है, चाहे उसको कोई सुनने वाला हो या न हो। जब दूर स्थित एक जगल में एक वृक्ष गिरता है तो ध्वनि उत्पन्न होती है या नहीं? वहाँ पर कम्पन तो पैदा हुए परन्तु उन्हे सुनने वाला कोई नहीं था। तो उसे ध्वनि का उत्पन्न होना समझा जाय अथवा नहीं? यह ध्वनि की स्वीकार की जाने वाली परिभाषा पर निर्भर है। परन्तु यहाँ हम वैज्ञानिक दृष्टि-कोण को ही अपनाएंगे, जिसके अनुसार वायु में उत्पन्न हुए कोई भी कम्पन, चाहे सुने गए हो अथवा नहीं, ध्वनि कहलाते हैं। शान्त ध्वनि तथा अन्य वायुमण्डलीय कम्पनों का उस अवस्था में ध्वनि शब्द की साधारण पारिभाषिक सीमाओं अर्थात् सुने जाने के बिना भी विचार किया जा सकता है।

वायुमण्डलीय दाव तरंगें (प्रेक्ष्य वेव्स) पानी के शान्त पृष्ठ पर दिखाई देने वाली तरंगों के ही सदृश होती हैं। खुले पानी में मछली पकड़ने के लिए एक पक्षी के गोता लगाने से बाहर की ओर फैलने वाली जो तरंगें पैदा होती हैं, किसी ऊँचे पुल या पहाड़ की ऊँची चोटी से वे भली प्रकार देखी जा सकती हैं। समुद्र में जानी हुई एक नौका शंक्वाकार तरंगें उत्पन्न करती है, जो कि बराबर अन्तर पर किनारे की तरफ बढ़ती जाती हैं, और अन्य तरंगों को तिरछा काटती जाती हैं। यदि ऊँची चोटी से सागर को देखें तो हम बड़ी लहरों अथवा तरंगों को दूर क्षितिज से लुढ़कती हुई आती देख सकते हैं जिनकी चोटी भाग के कारण सफेद दिखाई देती हैं। तब हम लगातार तरंगों की श्रृंखलाएँ देख पाते हैं। इनमें कुछ बड़ी और कुछ छोटी, कुछ चौड़ी और कुछ तग, कुछ सीधी और कुछ बक्राकार होती हैं, प्रत्येक पानी के ऊपर इस प्रकार से लुढ़कती हुई चलती हैं जैसे कि सागर में अन्य लहरें न हों। यद्यपि पानी स्वयं ही किनारे की ओर जाता हुआ प्रतीत होता है, परन्तु वास्तव में वह केवल ऊपर नीचे या आगे-पीछे हिल रहा है, और किनारे की तरफ नहीं जाता। किनारे की ओर तो ऊर्जा गति कर रही होती है जो कि सागर की तरंगों की हासत में बान्धो को भी गिरा देती है, ग्रेनाइट पत्थर की कड़ी चट्टानों को टुकड़े-टुकड़े कर देती है और बड़े-बड़े जहाजों को नष्ट कर डालती है।

वायु में भी इसी प्रकार से वास्तविक रूप में ऊर्जा की तरंगें होती हैं परन्तु साधारण ध्वनि की ऊर्जा-अविश्वसनीय रूप से थोड़ी होती है। एक करोड़ व्यक्ति यदि साधारण

रूप से बातचीत कर रहे हों तो उनके वायुतन्तुओं से उत्पन्न कम्पन केवल इतनी ऊर्जा उत्पन्न करते हैं जितनी कि एक सौ वाट बिजली का साधारण लैम्प प्रकाश देते हुए प्रयुक्त करता है। या ऐसा भी कहा जा सकता है कि पांच हजार स्त्रियां सम्पूर्ण वर्ग टेलीफोन पर बातचीत करती रहे तो केवल इतनी ऊर्जा उत्पन्न होगी जो एक गैलन पानी को खोलाने के लिए पर्याप्त हो। ऐसी लहरों या तरंगों का हम इसलिए ज्ञान प्राप्त कर पाते हैं क्योंकि कान बहुत ही सुग्राही है, इतने सुग्राही कि हम वायु के अणुओं के आपस में लगातार टकराने से प्राप्त मर्मर ध्वनि को भी सुन पाते हैं। औसत श्रवणशक्ति वाला पुरुष इतनी सूक्ष्म ध्वनि की तरंगों का अन्तर कर सकता है जिनके दाव परिवर्तन एक वर्ग गज क्षेत्रफल पर सिर्फ एक औंस का दस करोड़वा भाग होते हैं। ऐसा वह केवल उसी अवस्था में कर सकता है जबकि उपर्युक्त दाव इतना शीघ्र बदलता रहे। जब ध्वनि की बीस से बीस हजार तरंगें प्रति सेकेण्ड की संख्या में लगातार गुजर रही हो तो ध्वनि हमें श्रव्य होती है। छोटे बच्चे बड़ों की अपेक्षा अधिक तीखी ध्वनियों को सुन सकते हैं, अर्थात् ऐसी ध्वनियों को जो कि प्रत्येक सेकेण्ड में अधिक तरंगें उत्पन्न करती हैं।

जीव, विशेषकर छोटे स्तनधारी, और भी अधिक तरंगों वाली ध्वनियों को सुन सकते हैं। उदाहरणार्थ एक कुत्ता अपने कान खड़े कर लेता है और ध्वनि सुन कर भौकना प्रारम्भ कर देता है जबकि हमने कुछ सुना ही नहीं होता। उसके कान हमारे कानों से अधिक विकसित नहीं हैं, केवल उसके कान वायुमण्डल के उस नृत्य को सुनने के योग्य हैं जिनको हमारे कान नहीं सुन सकते। हम एक प्रकार से आधिकारिक रूप में ध्वनि के प्रति बहरे हैं, ठीक उसी प्रकार से जैसे कि कुछ व्यक्ति एक या अधिक रंगों के नहीं देख पाते। बिल्लियाँ, छोटे कुत्ते और गिनी-पिग कम-से-कम तीस हजार तरंग प्रति सेकेण्ड की ध्वनि को सुन लेते हैं। जबकि छोटे भूरे चमगादड़, जो कि घरेलू चूहों से छोटे होते हैं, एक लाख तरंगें प्रति सेकेण्ड की भी सुन लेते हैं। दूसरी ओर बाइल की गरज है। यह ध्वनि ऐसी तरंगों द्वारा आगे भेजी जाती है जो एक सेकेण्ड में एक सौ से अधिक नहीं होती। इसका बहुत-सा भाग वास्तव में हम नहीं सुन पाते, जिसमें एक सेकेण्ड में दो से पाँच लहरें तक होती हैं। इतनी कम वेग से चलने वाली तरंगों को कभी-कभी हम सिड़कियों तथा दरवाजों की खड़खड़ाहट से सुन पाते हैं जबकि तड़ित् [त्रिजली] अपेक्षाकृत निरन्तर हो।

चूँकि ध्वनि वायु के अणुओं की गति का परिणाम होती है अतः यह वायु के अणुओं की गति में अधिक वेग से नहीं फैल सकती। सामान्य समुद्री सतह पर वायु के अणुओं का औसत वेग १२०० मील प्रतिघण्टा होता है। ये सब दिशाओं में यात्रा कर रहे होते हैं। परिणामी चाल (रिजल्टेण्ट स्पीड) जिससे कि ध्वनि यात्रा कर सकती है, इस मंथन के बाधे से कुछ अधिक होती है अथवा लगभग ७६० मील प्रति घण्टा। वायु के तलों की चाल पर निर्भर होने के कारण ध्वनि का वेग स्थिर नहीं होता। ऊँचाई वायुमण्डल के तापक्रम में कमी या मौसम के परिवर्तन ध्वनि की चाल को कम

कर देते हैं। ३६,००० फुट की ऊंचाई पर यह चाल ७६० मील प्रतिघंटे से कम होकर केवल ६७० मील प्रतिघंटा रह जाती है। यह कमी तापक्रम की कमी के कारण होती है। ऊंचाई, खुद में तथा कम वायुमण्डलीय दाब ध्वनि की चाल पर किसी भी प्रकार प्रभाव नहीं डालता।

यह जान लेने पर कि ध्वनि एक निश्चित वेग से चलती है और हमारे कान ध्वनि के जिस तारत्व को अकित करते हैं, वह उन ध्वनिक तरंगों की संख्या पर निर्भर होते हैं जो कि निश्चित समय में हमारे कानों तक पहुँचती हैं। हम अब समझ सकते हैं, जैसा कि प्रायः देखते हैं कि मोटर गाड़ी के हार्न या रेलवे इंजन की सीटी की आवाज में, जब वह हमारे पास से तेजी से गुजरती है, कैसे परिवर्तन मालूम पड़ता है। श्रोता तथा ध्वनि का स्रोत जब एक-दूसरे की ओर चल रहे हों तो ध्वनि की तरंगें अधिक संख्या में हमारे कानों तक पहुँचती हैं अर्थात् उस अवस्था के जबकि दोनों खड़े हों। उस अवस्था में ध्वनि उच्च तारत्व की प्रतीत होती है। जैसे-जैसे श्रोता और ध्वनि का स्रोत एक दूसरे से दूर होते जाते हैं, उन्मुख के विपरीत होना है। निश्चित समय में कम ध्वनि की तरंगें हम तक पहुँच पाती हैं और ध्वनि का तारत्व कम हो जाता है। इस घटना को इसके खोजी फिशियन डापलर के नाम पर 'डापलर प्रभाव' कहते हैं। इसका प्रतिपादन १८४२ ईस्वी में कुछ तारों के रंगों की व्याख्या करने के लिए हुआ था। तारों के रंगों के लिए यह व्याख्या अब स्वीकार नहीं की जाती, परन्तु ध्वनि के लिए इसका महत्व है और खगोलीय पिण्डों के दूसरे अध्ययनों में यह बहुत उपयोगी सिद्ध हुई है।

ध्वनि की तरंगें प्रकाश तरंगों के समान सरलता से परावर्तित हो जाती हैं। यदि ऐसा न होता तो हम एक-दूसरे से तब तक बातचीत न कर सकते जब तक कि सीधे एक-दूसरे की ओर मुँह न किया होता। यह एक तथ्य है कि प्रायः कोई भी चिकना पृष्ठ ध्वनि के लिए उससे अधिक परावर्तक होता है जितना कि प्रकाश के लिए बहुत ही उत्कृष्ट रीति से बनाया गया दर्पण। श्रव्य ध्वनियों के तरंगशृंगों के मध्यान्तर आधे इंच से साठ फुट तक होते हैं। उसके मुकाबले दृश्य प्रकाश के तरंगशृंगों के मध्यान्तर सिर्फ इंच के चालीस हजारवें भाग से लेकर अस्सी हजारवें भाग तक होते हैं। चूँकि परावर्तन करने वाले पृष्ठों की प्रभावशीलता परावर्तित किये जाने वाली तरंगों की लम्बाई तथा पृष्ठ पर उपस्थित अनियमितताओं के सम्बन्ध पर निर्भर होती है, इसलिए एक ध्वनिक परावर्तक, जिस पर गहरे खाँचे खुदे हुए हों उस प्रकाशीय दर्पण से अच्छा होता है जिसमें कि बहुत सूक्ष्म विकार उपस्थित हों। इसी कारण से छोटी वस्तुएँ ध्वनि की तरंगों को बहुत कम रोकती हैं; तरंगें चारों ओर फैल जाती हैं और दूसरी ओर जाकर फिर मिल जाती हैं, मानो कि उनकी गतिविधि में कोई विघ्न नहीं आया हो। ठीक उसी प्रकार जैसे कि पानी के पृष्ठ के ऊपर निरुद्ध हुआ एक दग्ध चारों ओर से आने-जाने वाली तरंगों को रोकने के लिए प्रभावशाली नहीं होता, इसी प्रकार

अपने घास के मैदान में खड़ा हुआ एक पुरुष अपने आस-पास से गुजर जाने वाली ध्वनि की तरंगों को नहीं रोकता है।

ध्वनि परावर्तन की एक अन्य घटना ने गुब्बारे पर उड़ने वालों को आश्चर्य में डाल दिया है। जबकि पृथ्वी पर उपस्थित व्यक्तियों का वातावरण गुब्बारे पर उड़ने वाला व्यक्ति भली प्रकार सुन व समझ सकता है, पृथ्वी पर उपस्थित लोग उसी बात नहीं सुन पाते। यद्यपि वहाँ पर शान्त वायुमण्डल में सुनने के लिए उपयुक्त अवस्थाएँ होती हैं, फिर भी उसके पास कोई परावर्तन करने वाला पृष्ठ उपस्थित न होने के कारण ध्वनि ऊर्जा छिन्न-भिन्न हो जाती है अर्थात् व्यर्थ चली जाती है। इसके विपरीत पृथ्वी पर उत्पन्न होने वाली ध्वनियाँ, गुब्बारे पर उड़ने वाले यात्री तक सीधी तथा परावर्तन द्वारा संचारित होती हैं। एक और बात यह है कि गुब्बारे पर उड़ने वाला तो अपनी ध्वनि की प्रतिध्वनि प्रायः सुन सकता है परन्तु पृथ्वी पर उपस्थित व्यक्तियों तक अपनी आवाज को नहीं पहुँचा सकता। यह प्रतिध्वनि शान्त जल पृष्ठ पर से अधिक जोर से उत्पन्न होती है तथा कुछ समय पहले हुए हिमपात के पृष्ठ से बहुत कम सुनाई देती है, क्योंकि हिम-क्रिस्टलों के मध्य आवाज शोषित हो जाती है। ध्वनि शोषण के कारण ही हिमपात के समय और उसके पश्चात् वातावरण असाधारण रूप से शान्त होता है।

प्रकाश तरंगों की तरह ध्वनि तरंगें भी किसी असमान तापक्रम के वातावरण से गुजरने पर कुछ मुड़ जाती हैं अर्थात् अपवर्तित हो जाती हैं। किसी ग्रीष्मकाल के दिन जब भूमि और भूमि को स्पर्श करती हुई वायु गरम हो तो भूमि के साथ-साथ चलने वाली ध्वनि तरंगें, ऊपर के वायुमण्डल में चलने वाली तरंगों की अपेक्षा अधिक गति से चलती हैं। जिसका परिणाम यह होता है कि ध्वनियाँ ऊपर की ओर चलती हैं। ग्रीष्म के सायंकाल के समय पृथ्वी शीघ्र ही ठण्डी हो जाती है और उससे स्पर्श करती वायु भी। इस कारण ये ध्वनि तरंगें ऊपर की अपेक्षा नीचे की ओर मुड़ जाती हैं। यही कारण है भूमि पृष्ठ पर शून्यता ग्रीष्म के सायंकाल के समय अच्छी होती है अपेक्षाकृत दिन के समय के।

प्रारम्भ से ही जनसाधारण उल्कापिण्डों के वायुमण्डल में से तीव्रता से गुजरने के कारण उत्पन्न विस्फोट जैसी ध्वनियों से आश्चर्यचकित होते रहे हैं। पैदल सेना के जवानों ने सदैव राइफल की गोली छूटने के समय पैदा हुई तीखी ध्वनि को सुना है और हममें से बहुत लोगों ने सर्कस में शेरों के शिंशुओं के लम्बे चाबुक की तीव्रध्वनि भी सुनी है। इन सब ध्वनियों के सबब में एक बात एक जैसी होती है और वह यह कि ध्वनियाँ उस समय ही पैदा होती हैं जबकि कोई वस्तु ध्वनि की गति में अधिक वेग से गतिमान होती है। किसी वस्तु के अपेक्षाकृत कम गति से गतिमान होने की अवस्था में ध्वनि तरंगें आगे की ओर धकेली जाती हैं, जिससे आगे उपस्थित वायु को आने वाली वस्तु का पता चल जाता है। पूर्वानुमान हो जाने से वह वायु जाने वाली वस्तु को रास्ता दे देती है। परन्तु जब कोई वस्तु उत्तरोत्तर तीव्रता से उड़ती है तो

उसकी गति अपनी वायुतरंगों की बराबरी करने लगती है, अर्थात् उसकी पहुँच की सूचना कम मिल पाती है। जब उसकी गति ध्वनि के वेग के बिल्कुल समान हो जाती है तो आगे की वायु को पीछे आने वाली वस्तु की सूचना नहीं मिल पाती है और इस प्रकार उसे इधर-उधर हटने का समय नहीं मिल पाता। ऐसी अवस्था में उसे गतिमान वस्तु के सामने एक वायु की "दीवार" उपस्थित हो जाती है, जिसके परिणाम-स्वरूप वही ध्वनि तरंग अथवा दाब तरंग की उत्पत्ति होती है, कुछ सीमा तक उसी तरह, जैसे कि बर्फ तोड़ने वाले यन्त्र के सामने बर्फ का ढेर और पानी में तेजी से चलने वाले जलयान के सामने पानी। वायु की इस दीवार को चूँकि उसे छिन्न-भिन्न होने का समय नहीं मिलता, इस कारण वहाँ ऐसी तरंगें उत्पन्न होती हैं जो कि तीव्र कड़के की ध्वनियों को पैदा करती हैं। ऐसी तरंगों को "प्रघाती तरंगें" (शॉक तरंगें) कहते हैं।

ज्यों-ज्यों उच्च गति से चलने वाले वायुयान अधिक मात्रा में निर्मित किए जाने लगे, प्रघाती तरंगों का महत्व बढ़ गया। १९४३ ईस्वी में जब "लाईटनिंग वायुयान" से डुबकी आदि लगाने के परीक्षण किये जा रहे थे, वायुयान में तीव्र कम्पन हुआ और जोरदार झटके लगे। इस प्रकार प्रघाती तरंगों से होने वाली कठिनाइयों का संकेत मिला। उसके शीघ्र उपरान्त और अधिक तीव्रगति से चलने वाले वायुयान बनाए गए। वायुयान चालक उन यानों को अपने नियन्त्रण में नहीं रख सकता था। इसके पश्चात् बैमानिकी अनुसन्धान तथा विकास का एक आकर्षक चरण प्रारम्भ हुआ और अधिक तीव्रगति से चलने वाले वायुयानों का आविष्कार हो गया जो कि सरलता से "ध्वनि दीवार" को तोड़ सके, और ध्वनि की गति से अधिक गति से यात्रा सम्पन्न कर सके। इस सफलता के साथ नवीन समस्याएँ सम्मुख आयीं।

१९५१ ईस्वी के जनवरी मास के प्रारम्भ में संयुक्त राज्य अमेरिका तथा कैनडा के विविध स्थानों पर कई छुटपुट विस्फोट हुए। खिडकियों के टूटने, घरों में रहे हुए वर्तनों तथा दीवारों पर लगी हुई तस्वीरों के गिरकर चूर-चूर होने की सूचनाएँ साधारण बात थी। अतिस्वन (सुपरसोनिक) वायुयानों का वायुमण्डल में बुझाया लगाना तथा अन्य गतिवेग परीक्षाओं का होना इन घटनाओं का कारण पाया गया। ध्वनि से कम वेग पर वायुगति सम्बन्धी तथा यान्त्रिक कोलाहल की ऊर्जा वायुयान के आगे तथा पीछे की ओर फैल जाती है, परन्तु ध्वनि गतिवेग से ऊपर की चाल पर वायुयान के द्वारा उत्पन्न कोलाहल पीछे रह जाता है। ठीक ध्वनि वेग के बराबर की चाल पर इस प्रकार उत्पन्न कोलाहल वायु के साथ ही यात्रा करता है और जबकि यह गतिवेग बना रहता है ध्वनि अथवा दाब ऊर्जा एकत्रित होती रहती है। वायुयान की चाल के अधिक या कम हो जाने से इस प्रकार एकत्रित दाब ऊर्जा बाहर की ओर फैलती है और पृथ्वी तल को जा टकराती है, जिससे एक घड़ावा पैदा होता है, जिसे सोनिक बूम कहते हैं। प्रत्येक बार जब वायुयान गतिवेग तक पहुँचता है, एक घड़ावा पैदा होता है, यदि वायुयान अति-

है तो एक घड़ाका तब होता है जब वह ध्वनिवेग तक पहुँचता है, और एक घड़ाका तब होता है, जब वह अब स्वन (सब सोनिक) वेग पर सौटता है।

“सोनिक बूम” की शक्ति, वायुयान के ध्वनि गतिवेग पर उड़ते रहने के समय पर निर्भर करती है। गणनानुसार यदि कोई वायुयान बीस सेकेण्ड तक ध्वनिक गति से उड़ता रहे तो परिणामी घड़ाका बम की शक्ति तक पहुँच जाता है। जिस ऊँचाई पर वह यान ध्वनिक गतिवेग से उड़ता रहता है, उसका भी शक्ति से सीधा सम्बन्ध होता है। ऊँचे तल पर न केवल वायुमण्डल विरल होता है अपितु दूरी भी ऊर्जा तरंग पर प्रभाव डालती है।

यह आश्चर्यजनक है कि घमाके और ध्वनिक तरंगों के संबंध में जो ज्ञान-पार्जन हुआ है उसका बहुत सा भाग फोटो चित्रों द्वारा प्राप्त हो सका है। चूँकि ऐसी तरंगें वायु में घनीभूत और विरलित मण्डल बनाती हैं और चूँकि विभिन्न धनत्वों की वायु असमान रूप से प्रकाश का अपवर्तन करती है अतः विशिष्ट रूप में व्यवस्थित कैमरो और प्रकाश से तरंगों को अंकित किया जा सकता है। एक उच्च वेग से छूटी गोली वैसे ही तरंगें उत्पन्न करती है जैसी कि किसी जहाज से पैदा होती है। एक “माडल” जैट यान के वायवीय सुरंग में उड़ान से प्राप्त तरंगों से वैज्ञानिक यह जान लेते हैं कि इसी प्रकार के बड़े यान वायु में किस प्रकार से आचरण करेंगे। चित्रों की सहायता से तोपखाने द्वारा दागे गये गोलों और ज्वालामुखी पहाड़ों के विस्फोटों की ध्वनि तरंगों को धुंधले प्रतिबिम्ब के रूप में आकाश में गति करते हुए देखा जा सका है।

यन्त्रीकृत सम्यता के निरन्तर बढ़ते हुए कोलाहल से निपटने तथा इसको नियन्त्रित करने की एक बड़ी गम्भीर समस्या हमारे सामने है। कोलाहल का हमारे शरीर पर निश्चित प्रभाव होता है। आकस्मिक और ऊँची आवाजों का हमारी शारीरिक क्रियाओं पर वही प्रभाव होता है जो कि लड़ाई का होता है। कोलाहल में अधिक देर तक रहने से हमारे आन्तरिक कान के तन्त्रिका समूह निबंल हो जाते हैं और वे अपनी सुग्राहिता उसी प्रकार से खो बैठते हैं जैसे कि लगातार हाथ का काम करते रहने से हथेली कठोर और असवेदनशील हो जाती है। निरन्तर कोलाहल में रहने से यद्यपि हम उसके आदी हो जाते हैं फिर भी वह रक्तचाप और हृदय-गति को बढ़ा देता है और इस प्रकार हमारी कार्यक्षमता को कम कर देता है। एक बड़े व्यापारिक प्रतिष्ठान के कार्यालय में होने वाले कोलाहल को जब पन्द्रह प्रतिशत कम कर दिया गया तो मशीनों के चाराकों द्वारा की जाने वाली त्रुटियाँ वापन प्रतिशत कम हो गईं, अन्य-मनस्कता सेतीस प्रतिशत कम हो गई तथा कर्मचारियों के कार्य में अडतालीस प्रतिशत वृद्धि हो गई। एक और उदाहरण में, पुर्जों को जोड़कर मशीनें बनाने का स्थान जब वायुतर के पास से हटाकर दूर स्थित शान्त वातावरण में ले जाया गया तो उसी निर्धारित समय में बनाई जाने वाली मशीनों की संख्या ८० से ११० बढ़ गई और होने वाली त्रुटियों की संख्या ६० से गिरकर ७ रह गयी।

विशुद्ध करने वाली ध्वनि के विषय में ऊपर लिखा जा चुका है। अब हम ऐसी ध्वनियों के विषय में विचार करते हैं जो कि हमारे लिए पूर्णतया अश्रव्य है। सम्भव है उस ध्वनि का सबसे उल्लेखनीय प्रयोग चमगादड़ों, दक्षिणी अमेरिका के कुछ विशेष पक्षियों, चूहों, मार्मोसैट प्राणियों एवं ऐसे ही दूसरे छोटे जन्तुओं द्वारा किया जाता है। पराश्रव्य तरंगों (अल्ट्रासोनिक वेव्स) की सुग्राहिता चमगादड़ों में तो बहुत ही विकसित हुई प्रतीत होती है। पंख वाले छोटे चूहे के आकार के ये प्राणी अंधेरी गुफाओं तथा अटारियों में पाये जाते हैं। पूर्णतः अन्धे होने पर भी ये स्तनधारी जन्तु गुफा के अंधेरे में भी इधर-उधर उड़ सकते हैं और मार्ग में पड़ने वाली बाधाओं तथा अन्य सैकड़ों चमगादड़ों से टकराते नहीं हैं। ये बहुत ही लघु ध्वनियाँ छोड़ते हैं जो कि बाधाओं से टकराकर प्रतिध्वनि रूप में वापस आती हैं। इस प्रकार ये प्रतिध्वनियाँ चमगादड़ों का उनकी उड़ान में मार्गदर्शन करती हैं जैसे कि एक रेडार वायुयानों का नियन्त्रण करता है।

एक चमगादड़ से उत्पन्न होने वाली पराश्रव्य ध्वनि में एक टिक मी होती है जो कि केवल एक सेकेंड के पाँच सौवें भाग के मूक्षम समय तक ही रहती है। ध्वनि की सामान्य गति को ध्यान में रखें तो इसका यह अभिप्राय हुआ कि पहली ध्वनि तरंगें तब चमगादड़ की नाक से लगभग दो फुट दूर होती हैं जबकि अन्तिम टिक की पराश्रव्य ध्वनि पैदा होती है। यदि कोई वस्तु तीन फुट दूर होनी है तो उसकी प्रतिध्वनि चमगादड़ को होने वाली टक्कर के विषय में सूचित करने के लिए ठीक समय पर पहुँच सकती है। परन्तु चमगादड़ उड़ते समय कभी-कभी इसमें भी बहुत कम दूरी पर एक-दूसरे की टक्कर से बचती हुई देखी गई है। ऐसा प्रतीत होता है कि इस समस्या के समाधान के लिए लगातार वे अपनी टिक को बदलती रहती हैं और इस प्रकार से उनके किसी भी भाग से आने वाली प्रतिध्वनि से अनुमान लगा लेती हैं। चमगादड़ की ध्वनि की तीव्रता भी उतनी ही आश्चर्यजनक होती है जितनी कि उसकी लघु अवधि और उसके स्वर का उतार-चढ़ाव। चमगादड़ के मुँह के सामने कुछ ही इंच के अन्तर पर ध्वनि-दाब जमीन के नीचे चलने वाली रेलगाड़ी के किसी स्टेशन के पास से गुजरते समय होने वाली आवाज से दस गुना हो सकता है।

अपने आस-पास के वातावरण पर नियन्त्रण स्थापित करने की इच्छा करने वाला मनुष्य उन ध्वनियों की उपेक्षा नहीं कर रहा है जो कि उसके लिए अश्रव्य है। ये उच्चतरांतर वाले कम्पन कई विलक्षण और निराले कार्यों के सम्पादन की आशा दिलाते हैं। ऐसा अनुमान किया जाता है कि इनकी सहायता से औद्योगिक नगरों में धुएँ तथा कोहरे से मुक्ति पाई जा सकेगी। जीवाणुओं का विनाश, वनस्पतियों की वृद्धि को उत्तेजित करना तथा इन कम्पनों के विलक्षण तापोत्पादक प्रभाव कुछ एक ऐसी आश्चर्यजनक घटनाएँ हैं जो इनके द्वारा सम्पन्न की जा सकेंगी। यद्यपि इस दिशा में बहुत सफलता अभी तक प्राप्त नहीं की जा सकी है, फिर भी कुछ विलक्षण कार्य सम्पन्न किये गये हैं। पराश्रव्य सायरन द्वारा कुछ कीड़ों तथा चूहों को मारा जा सका है। मधुमक्खी पालकों ने कुछ ऐसी ध्वनितरंगों का पता लगाया है जिनके प्रभाव

से मस्तिष्काय निर्णिक्रिय होकर बैठ जाती है, इसमें इनके छतों पर डंक मारने के भय के बिना ही आक्रमण किया जा सकता है। संयुक्त राज्य अमेरिका की जल सेना तथा अन्य संस्थाओं ने बड़े-बड़े पराश्रव्य सायरनों की सहायता से कोहरे को अवक्षिप्त किया है ताकि वायुयान भली प्रकार साफ वातावरण में भूमि पर उतर सकें। परन्तु इस सिद्धान्त को क्रियात्मक रूप में प्रयुक्त नहीं किया जा सका है क्योंकि आस-पास उपस्थित तोगों पर उन कम्पनों का अवाछनीय प्रभाव हो सकता है। यद्यपि ध्वनि के स्नायुविकार, पागतपन तथा बहुरा कर देने के प्रभाव के विषय में बहुत कुछ लिखा गया है, फिर भी अश्रव्य तेज ध्वनि के प्रभाव के विषय में अभी बहुत कुछ जानना शेष है। फिर यह ज्ञात है कि न्यून स्तरों पर ध्वनिऊर्जा बालबाले चूहों को गरम कर देती है क्योंकि वालों के खाली स्थान में उपस्थित वायु अधिक ताप का शोषण कर सकती है। हमारी सामान्य श्रवणक्षमता से कुछ ही तेज ध्वनि त्वचा को जला सकती है और बात वाले जन्तुओं की उससे भी तेज हो जाती है। बिना वालों वाली त्वचा पर भी तीव्र अश्रव्य ध्वनियाँ त्वचा पर फफोले डाल देने जैसा प्रभाव रखती हैं। जेट वायुयानों के पीछे पूँछ की तरफ यदि कोई व्यक्ति जाये तो उसके कानों और नाक तथा अंगुलियों के मध्यस्थ स्थानों पर तीव्र जलन होती है क्योंकि वायुयान के उस क्षेत्र में तीव्र ध्वनितरणें रहती हैं। इसके अनिश्चित उन व्यक्तियों को कई प्रकार के अन्य रोग हो जाते हैं, जिसमें कि आँखों को धुँधला दिखाई देने लगता है, घूटने कमजोर हो जाते हैं तथा पुट्टों में पीड़ा होने लगती है। विशेषकर यदि पहले-पहल किसी व्यक्ति को ऐसा अनुभव हो तो अत्यधिक भय भी प्रतीत हो सकता है। बहुत उच्च आवृत्ति की ध्वनियाँ शरीर की कोशिकाओं में उसी तरह परिवर्तन उत्पन्न करती हैं, जैसे कि तीव्र रेडियो एक्टिव विकिरण। दोनों अवस्थाओं में हानिकारक प्रभावों का कारण मुख्यतः पानी के अणुओं का दो भागों में विभक्त होकर स्वतन्त्र मूलक बनाना होता है। ये मूलक विभिन्न प्रकार से आपस में मिलते हैं और हाइड्रोजन पेरॉक्साइड तथा न्यूनाधिक रूप से अन्य विपरीत यौगिक बन जाते हैं। शरीर की कोशिकाओं में ये उपस्थित यौगिक स्नायु तथा पुट्टों की क्रियाओं को रोक देते हैं तथा शरीर की अन्य क्रियाओं में भी बाधा उत्पन्न करते हैं। चूँकि आहत व्यक्ति उन उच्च आवृत्तिकम्पनों को सुन नहीं पाता, उसे अपने कष्ट के कारण का अनुमान नहीं हो पाता।

वैज्ञानिक हथियार, तकनीकी सहायता तथा युद्ध के हथियार के रूप में वायु में उत्पन्न तरंगें अभी तक पूर्णतया नियन्त्रित नहीं की गईं। ये कम्पन रासायनिक प्रतिक्रियाएँ उत्पन्न कर सकते हैं, बहुत उच्च तापक्रम उत्पन्न कर सकते हैं, छिद्र कर सकते हैं, कपड़े धो सकते हैं तथा अन्य बहुत प्रकार के उपयोगी कार्य कर सकते हैं। ऐसा भी सुझाव दिया गया है कि चूँकि प्रघाती तरंगों की शक्ति तथा दिशा का अनुमान लगाया जा सकता है इसलिए एक ऐसे वायुयान का निर्माण सम्भव होना चाहिए जिसका अनुग्रह्य परिच्छेद (क्रास सेक्शन) बहुत बड़ा हो ताकि ऐसी विशिष्ट तरंगें पैदा की जा सकें जो तोगों, बमों अथवा राकेट के स्थान पर प्रयुक्त की

जा सकें। ऐसी तोप तैयार करने की दिशा में कुछ काम हुआ भी था जोकि गोलियों के स्थान पर प्रघाती तरंगें छोड़े। यद्यपि ऐसी बन्दूक बनाये जाने की सूचना मिली थी जोकि पर्याप्त दूरी पर सरगोशों को मार सकती थी फिर भी इसको कार्यान्वित करने के लिए बहुत ऊर्जा की आवश्यकता थी और इसीलिये वह व्यावहारिक सिद्ध नहीं हुई परन्तु जो कुछ मन सोचता है, मनुष्य प्रायः उसे पूरा कर ही टालता है। केवल समय ही बतायेगा कि भविष्य में वायु की इन आश्चर्यजनक तरंगों को किन-किन कार्यों में लगाया जा सकेगा।

दसनां श्रव्याय अनिश्चित मौसम

मौसम मे हम कई चीजें गमनाएँ हैं। कुछ स्थानों पर मौसम केवल वर्ष और भूभाषों का चक्र होता है, और दूसरे स्थानों पर मौसम वायु द्वारा उड़ायी गयी धूल धर्पातु आधी, धर्पा या उमस मे बनता है। कई अन्य स्थानों पर मौसम मे वही अभि-प्राय लिया जाता है जो हम प्रकृति से गमनाएँ हैं, अर्थात् पर्याप्त एक ही अवस्थाओं के एक काल के बाद अन्य अवस्थाओं वाला दूसरा काल लगातार चक्कर रूप में जाता-जाता रहता है। मौसम के बनाने मे भूभाषाएँ, तड़ित् (विजली) तथा तीव्रता से चलती हुई वायु मुख्य कारक होते हैं। इनका वर्णन गत अध्यायों में किया जा चुका है। परन्तु प्रतिदिन की दिनचर्या मे ये विशिष्ट अवस्थाएँ निश्चित रूप से अवान्तर अग होती हैं। मौसम की महत्वपूर्ण परिभाषा यह है कि "मौसम इधर से उधर आया कर रहे और आपस मे क्रिया करते हुए वायु के बड़े-बड़े पंखों का नाम है, जिनमे ताप, शीत, आर्द्रता तथा शुष्कता की शक्तियाँ भाग लेती हैं। मनुष्य बहुत समय तक केवल सरसरी रूप मे ही मौसम के विषय में कुछ समझ पाया था, जब तक कि वह वायु का तापक्रम नापने, दाब की परीक्षा करने, वायु की दिशा का ज्ञान प्राप्त करने तथा अनेक स्थानों पर एक साथ उक्त जानकारी प्राप्त करने के योग्य नहीं हो गया। यह बहुत सीमा तक उन तीन अर्थों के समान था जो एक हाथी का वर्णन क्रमशः उस की पूँछ, टाँगों तथा पाशवों का स्पर्श करके करना चाहते थे।

यद्यपि सम्पूर्ण संसार के मौसम के विषय मे अभी बहुत कुछ सीखना शेष है, फिर भी हम जानते हैं कि आधारतः यह प्रतिदिन के अनुभवों से भिन्न नहीं है। गरम पानी की बीछार से स्नान करने के बाद जो जमा हुआ कोहरा सा हम स्नानगृह के दर्पण पर देखते हैं, वह बादल का ही 'बच्चा भाई' होता है। साइकिल पम्प से हवा भरने के बाद जब पम्प गरम हो जाता है, या जब किसी ग्रीष्म-काल मे आर्द्र तथा उमस वाले वायुमण्डल के दिन पसीने से भरे हुए कुर्ते मे से हवा लगने से कुछ सुहा-वना सा प्रतीत होता है, तब हमे फिर छोटे पैमाने पर उसी घटना की याद आती है जिससे कि मौसम बनता है।

एक पहिले के घेरे के समान मौसम की प्रक्रियाओं का न तो कोई प्रारम्भ प्रतीत होता है और न ही अन्त। मौसमी चक्र सदैव घूमता रहता है। ऐसी अवस्था "प्रारम्भ से आरम्भ" नहीं कर सकती। किन्तु हमे कही बीच मे से प्रारम्भ

करना ही होगा। घटनाओं के इस चक्र में हस्तक्षेप का ठीक समय संभवतः मौसम के जादूमय दृश्य की समाप्ति पर हो सकता है।

पानी के गिलास में जैसे कि चीनी अथवा नमक घुलकर अदृश्य हो जाता है उसी प्रकार पानी भी वाष्पीकृत होकर वायु में मिल जाता है और अदृश्य हो जाता है। सूर्य के ताप के प्रभाव से नदियों, उष्णकटिबंध के समुद्रों, खेतों, जंगलों और भूवीय क्षेत्रों में जमी बर्फ से वाष्प उड़कर वायुमण्डल में मिलते रहते हैं। यद्यपि ये जनबाण अदृश्य होते हैं तथापि ये मौसम परिवर्तनों के कारक का काम करते हैं।

पानी का एक अणु जब मागर, झील अथवा सड़क के किनारे पड़े कीचड़ में पृष्ण होता है तो वह कुछ मात्रा में सूर्य की विबीर्ण ऊर्जा भी अपने साथ ले जाता है जो उन विद्युतीय शक्तियों में छिपी थी, जो इसे इकट्ठा रखे हुए थी। प्रकृति में ऊर्जा एक घन है, और जलवाष्प के अणु से वह ऊर्जा छुड़वायी जाती है, और इस प्रकार वह अणु फिर द्रव जल के रूप में लौट आता है। यह आश्चर्यजनक कार्य वायु में उपस्थित कणों—बहुत सम्भवतः सूक्ष्म नमक के क्रिस्टलों—द्वारा सम्पन्न होता है। यह नमक संभवतः किसी नमक वाले समुद्र से आया था। वायुमण्डल के नीचले भागों में इन न्यूनीलिमसों के चारों ओर जलवाष्प के अणु इकट्ठे हो जाते हैं, और बादल के विन्दुक बना देते हैं; ठीक उसी प्रकार जैसे कि स्नानगृह के दर्पण पर धुँप के रूप में बादल सा जम जाया करता है। प्रकृति में ऊर्जा सम्बन्धी लेखा-जोखा सदा बराबर रहता है; प्राप्य तथा उसमें उपस्थित ऊर्जा ठीक उतनी ही होती है जितनी कि देय तथा उसमें उपस्थित ऊर्जा होती है। लगभग एक अरब टन जलवाष्प प्रति मिनट बनते हैं, और लगभग एक अरब टन ही वर्षा उतने समय में पृथ्वी पर गिरती रहती है। इतने वाष्पों को बनाने के लिए एक विलक्षण क्षमता वाले महान् पावर हाऊस की जरूरत है, जिसकी क्षमता लगभग तीस लाख अरब अश्व शक्ति की हो। उल्लेखनीय बात यह है कि इस लेखे-जोखे में वर्षा की एक बून्द भी गिनती से नहीं बच सकती।

वायु को जब दबाया जाता है तो यह गरम हो जाती है। दाब को जब हटा दिया जाता है तो यह फैलती है और ठण्डी हो जाती है। वायु जब वायुमण्डल में ऊपर की ओर उठती है, तब उस पर वायुमण्डलीय दाब कम होता जाता है, और इग्नारिजे पर ऊर्जा के बढने के साथ शीतल होती जाती है और जब उसे भूमि पर घटने दिया जाता है तो यह फिर गरम हो जाती है।

श्रीष्म-मौसम में मध्याह्नोत्तर वर्षा वायु के निम्नी पुंज पर उक्त प्रभाव में होने वाले परिवर्तन पर निर्भर होती है। भूमि के माप स्पर्श करती हुई शान्त वायु प्रातः काय से ही सूर्य की किरणों द्वारा गरम होना प्रारम्भ हो जाती है। गरम होने तथा उठने में जलवाष्प भी उठने हैं। मध्याह्न तक यह सम्पूर्ण क्षेत्र गरम और आर्द्र वायु में भर जाता है जो तेजी के साथ ऊपर के ऊँचे क्षेत्रों की ओर बढ़ना प्रारम्भ कर देती है। ये वायु ऊपर चढ़ती है उस पर दाब कम हो जाता है एवं वह कुछ ओर मोड़ता हो

जाती है। कुछ समय पश्चात् ऊपर उठती हुई वायवीय धाराएं ऐसे विन्दु पर पहुँच जाती हैं जबकि उनमें उपस्थित जलवाष्प दिखाई देने वाले बादलों के रूप में जमना शुरू हो जाते हैं। जब एक बार यह प्रक्रिया आरम्भ हो जाती है, तो पानी से वाष्प बनते समय प्राप्त ताप ऊर्जा उस बादल के अन्दर ही स्वतः मुक्त हो जाती है, और यह निरन्तर ऊपर उठती हुई धाराओं को और बढ़ाती है। यहाँ से तोटना अब असम्भव है। यह अस्थायित्व एक गरज वाले तूफान को जन्म देता है।

कभी-कभी गर्जन-मेघ से ओले गिरते हैं। इसका कारण यह है कि ऊपर जाती हुई वायु इतनी तेज हो जाती है कि बादल के कुछ भागों में उपस्थित वर्षा की बूँदें नीचे नहीं गिर सकती। इसके विपरीत वे ऊपर ही ऊपर चढ़ती जाती हैं और ऊपर के वायु के शीत तापक्रमों पर पहुँचने के बाद जम जाती हैं, लगभग उसी तरह जैसे कि किसी रेफ्रिजरेटर में वर्षा के टुकड़े जम जाते हैं। जमी हुई बूँदों के, बिना जमी बूँदों से टकराने के कारण वर्षाणि पत्थर (ओले) निरन्तर बड़े होते जाते हैं, जब तक कि गुह्यवाकर्षण के बल के कारण उनका नीचे गिरना संभव न हो जाये। और ऊपर चढ़ती हुई वायवीय धाराएं इतने भारी ओलों को ऊपर नहीं ले जा सकती। ओलों के आकार से इस बात का पता चलता है कि ऊपर जाने वाली वायवीय धाराएं कितनी तीव्र थीं। गोल्फ खेलने के गेंद जितने ओले प्रायः देखने में आते हैं, और कभी-कभी तो ब्रेसबाल जितने बड़े एवं शुतुरमुगं के अण्डे जितने बड़े भी। फसलें प्रायः नष्ट हो जाती हैं और कभी-कभी तो ये बड़े-बड़े ओले पशुओं को भी मार देते हैं। मनुष्यों को ओलों द्वारा चोट लगने की घटनाएं प्रतिवर्ष सुनने में आती हैं, और कभी-कभी तो इनकी चोट से मनुष्य मर भी जाते हैं। एक ओलावारी में तो उन्नीस आदमियों तक की हत्या हो चुकी है। उस घटना से ही “बुक आफ जोशुआ” में वर्णित कैनानाइट की सेना की कहानी पर सहसा विश्वास हो जाता है। उस कहानी के अनुसार उस सेना पर ओलावारी द्वारा अधिक सिपाही मारे गये थे, अपेक्षाकृत उनके जिन्हें कि इज्राइलियों ने तत्तबार द्वारा मौत के घाट उतारा था।

वायु के जीवन का एक अन्य अध्याय उस कोहरे से सम्बन्धित है जो कि किसी शीतल स्थच्छ रात को किन्हीं निचले स्थानों पर प्रकट होता है और सूर्योदय के साथ ही शीघ्र ही अदृश्य हो जाता है। जैसे-जैसे रात नजदीक आती जाती है और वायु उसमें हलचल पैदा करना बन्द कर देती है, सब से भारी और सबसे शीतल वायु का भाग नीचे की ओर बैठ जाता है। वह खाली स्थानों में जोहड़ों के ऊपर तथा नदियों के साथ-साथ घना होकर जमा हो जाता है। वायु वही की वही एक जाती है, वायु बन्द हो जाती है, और अधिक नीचे नहीं जा सकती। इसमें उपस्थित ताप धीरे-धीरे विकीर्ण हो जाता है। वायु शीतल हो जाती है और इसके कुछ जलवाष्प छोटी-छोटी बूँदों के रूपों में जम जाते हैं, जिसे कोहरा कहा जाता है। दूसरे जलवाष्प ओम के रूप में घाम और पेड़-पौधों पर उसी प्रकार से जम जाते हैं जिम प्रकार खिड़की के शीशे पर फूँक मारने से बादल सा जम जाता है। यदि तापक्रम पर्याप्त रूप से कम हो

तो यह आद्रता नन्हें बर्फ के क्रिस्टल के रूप में जम जाती है, और चमकीला पाला सम्पूर्ण भू-पृष्ठ पर फैल जाता है। सूर्योदय होते ही यह फिर ताप ग्रहण करता है एवं जल फिर वाष्प का रूप धारण कर लेता है।

मौसम अधिकतर वायु के विशाल पुंजों के आपसी सघर्ष का परिणाम है न कि अकेले पैकटों का। मौसम को समझने का यह दृष्टिकोण पहले-पहल स्कैन्डेनेविया से प्रचलित हुआ। स्कैन्डेनेविया में नोर्स की पौराणिक कहानियों में तड़ित् और ग्रीष्म-कालीन ताप के देवता "थोर" तथा शीत और पाले के देवता 'राइम' की कभी समाप्ति न होने वाली लड़ाई का वर्णन है। नार्वे के प्रोफेसर विल्हेम जर्वेन्स ने प्रथम महायुद्ध के समय के आस-पास इस बात का पता लगाया कि उत्तरी गोलार्द्ध में होने वाले मौसमों पर शीतल और शुष्क वायु के उन महान् पूजों का विशिष्ट प्रभाव होता है, जो ध्रुवीय क्षेत्रों से आरम्भ होकर अनियमित रूप से प्रवाहित होते हैं। इस रोग ने हमें सतार-भर में होने वाले मौसमी परिवर्तनों को समझने के भी योग्य बनाया।

भूमण्डल के पृष्ठ के कई बड़े भागों पर वायु अपेक्षाकृत स्थिर समूहों में एकत्रित हो जाती है, जिसका तापक्रम तथा आद्रता कुछ दिनों में एक सा हो जाता है। ध्रुवों की वायु अपेक्षाकृत ठण्डी होती है जबकि विषुवतीय या उष्णकटिबन्धीय वायु आर्द्र होती है। उदाहरणार्थ, सूर्य की ऊष्मा से रहित शीत-काल में उत्तरी साइबेरिया की बर्जर भूमि में सैकड़ों मील व्यास का वायु का एक टुकड़ा कई सप्ताह तक दान्त अथवा विषम की अवस्था में पड़ा रह सकता है। प्रचण्ड ठण्ड का उम वायु पर प्रभाव होता है। और वायु का तापक्रम क्षुब्ध से नीचे १०० डिग्री तक पहुँच जाता है। ठण्डे होते हुए वह वायु सिकुड़ती है और इस क्रिया में आस-पास के क्षेत्रों की वायु को वह अपनी ओर खींच कर अपने में मिला लेती है। इस प्रकार वायु का यह टुकड़ा आरम्भ में कम वायुमण्डलीय दाब का क्षेत्र होता है, परन्तु जैसे-जैसे वायु इसमें आती जाती है यह भारी होना जाता है और भूमि के ऊपर पहले की अपेक्षा अधिक दाब डालने लगता है। अन्त में यह इतना महाकाय और भारी हो जाता है कि वह हमारी इस तेज घूमती पृथ्वी पर समतुलित नहीं रह सकता, और उससे पृथक् हो जाता है। ऊपरी वायवीय धाराओं का संभवतः इस पर प्रभाव होता है और यह अपनी वास्तविक जन्म-भूमि से दूर चला जाता है। दक्षिणी गोलार्द्ध के बहुत से भागों पर होने वाली मौननी घटनाओं पर प्रभाव डालने वाली सबसे बड़ी फैक्टरी दूर-दूर तक जमा हुआ दक्षिणी ध्रुव महादीप है जहाँ तापक्रम में १०० डिग्री का अन्तर प्रायः एक सामान्य बात है।

केवल ठण्डी वायु के पुंज ही ऐसे नहीं, जो पृथ्वी के चारों ओर घूमते हैं। गरम तथा आर्द्र वायु भी कहीं-कहीं इकट्ठी हो जाती है, मुख्यतः उप-उष्ण कटिबन्धीय समुद्रों पर। यहाँ पर और ताप पाकर वायु फैल जाती है। परिणामस्वरूप यह अपेक्षाकृत उच्च-दाब का क्षेत्र बन जाता है। ध्रुवीय क्षेत्रों के विपरीत जहाँ सूर्य का अनाम ओषित प्रायमिक स्थिरता प्रदान करता है, उष्ण क्षेत्रों में परिस्थितियों की गमानता जल के विशाल क्षेत्रों अर्थात् सागरों द्वारा उत्पन्न होती है। दिन के गरम ताप के

चूसने और रात्रि के समय उसको छोड़ने से समुद्रजल तापक्रम को शनैःशनैः परिवर्तित करता है। यह स्थिरता ऊपरी वायु को शान्त करती है।

प्रकृति, जो कि एक बुद्धिमान ओवरगियर है, ताप, शीत, दाब, आर्द्रता तथा घुफाता इनमें से किसी का भी अधिक होना देर तक सहन नहीं कर सकती। इसलिए अनिवार्य रूप से शीतल वायु के विस्थापित टुकड़े जो हमारी धूमती हुई पृथ्वी के घूर्णन के बल से गतिमान है, आर्द्र वायु में टकराते हैं। यह त्रिशिष्ट टक्कर मुख्य रूप से पृथ्वी के शीतोष्ण क्षेत्रों में होती है। मध्यम राज्य अमेरिका में पूर्व से पश्चिम की दिशा में पवन नहीं है, जो वायु धाराओं के लिए प्राकृतिक दीवार का काम कर सके। अतः निरन्तर रूप से यह महाद्वीप टकराने वाले वायु के टुकड़ों में बने मौसम के प्रभाव में रहता है। सैनिक पदशायलों के अनुसार हवाओं के दो टुकड़ों में टक्कर लगने के क्षेत्र को मोर्चा या 'फ्रंट' कहा जाता है। यदि उष्ण वायु विजयी होती है, तो मौसम-विज्ञ उसे गरम मोर्चा "हाट फ्रंट" कहते हैं, और यदि इसके विपरीत ठण्डी वायु के टुकड़ों का पासा भारी होता है, तो मौसम-विज्ञ उसे शीत मोर्चा "कोल्ड फ्रंट" कहते हैं।

मानो युद्ध के नियमों का अनुसरण करता हुआ वायु का प्रत्येक टुकड़ा अनुभूत और सही दाब-पैचों तथा युद्धकला का प्रयोग करता है। किसी क्षेत्र को जीतने या वहाँ से पीछे हटने के तरीके काफी भिन्न होते हैं, परन्तु इन दोनों हालातों में उनका आचरण अपने स्वभाव के अनुसार ही होता है। एक टुकड़ा ठण्डा और अपेक्षाकृत जलवाष्प रहित होता है, वह धीरे-धीरे गति करता है जैसे कि गाढा शरणा। दूसरा टुकड़ा जो कि गरम वायु के बड़े भाग के फैलने से उत्पन्न होता है, हल्का होता है और सरलता-पूर्वक बढ़ सकता है। इसके अतिरिक्त उसके जलवाष्पों में ऊर्जा का भंडार रहता है। आश्चर्यजनक ढंग से उत्तर से आने वाली वायुधाराएँ और दक्षिण से आने वाली वायु-धाराएँ एक-दूसरे में नहीं मिलती। प्रत्येक अपना-अपना व्यक्तित्व धारण किये रहती है। युद्ध का क्षेत्र अथवा मोर्चा कभी-कभी लगभग लम्बरूप और टकराने वाले वायु के टुकड़ों द्वारा घेरे गये क्षेत्रों के मुकाबले में तंग होता है, इतना तंग कि उसे किसी नक्शे पर केवल एक लाइन द्वारा ही दर्शाया जा सकता है। कभी-कभी यह आक्रमण के लिए तैयार शेर की तरह खड़ा होता है—पिछती टाँगें तो पृथ्वी पर और ऊपरी भाग आगे की तरफ बढ़ा हुआ।

शीतल वायु भारी होने के कारण भूमि के साथ रहती है और फन्ती का पेंच खेलती है। वह अपने प्रतिद्वन्द्वी को बल की तरह अपने सींगों पर उठा लेना चाहती है। किन्तु उत्तरी वायु वागे बढ़ रही होती है, तो भूमि धर्पण उसके आक्रमण को कुण्ठित कर देता है तथा उसके ठीक पीछे की वायु समुद्र में बर्फ तोड़ने वाले जलयान की तरह आगे बढ़ जाती है। परिणाम एक बहुत लम मोर्चा होता है। कुछ वर्षा होती है या बर्फ का तूफान आता है और फिर शीघ्र ही आकाश साफ हो जाता है, वायु की
॥ बदल जाती है, और शीत बढ़ जाती है। इस ठण्डे मोर्चे के आरम्भ होने से

पहले कुछ आभास नहीं होता। इसके सब से आगे ऊंचे घने बादल होते हैं और यदि प्रतिद्वन्दी गर्म वायु पर्याप्त रूप से आद्रता युक्त हो तो शीत ऋतु में भी गरज तथा तड़ित् उत्पन्न होते हैं। जब वर्षा होती है तो बूंदें मोटी होती हैं जैसे कि ग्रीष्म-काल में गरज वाले तूफानों के समय होता है। तेज चलने वाली हवाएँ धोखेबाज होती हैं। इनके परिणामस्वरूप वायुयान चालकों और छोटी नौका के चालकों के लिए खतरा बना रहता है।

गर्म वायु का टुकड़ा अपनी विजय एक भिन्न विधि से प्राप्त करता है। इसका आक्रमण कुछ कम प्रभावशाली होता है, और इतना उग्र अथवा प्रचंड भी नहीं। परन्तु यह पर्याप्त रूप से विध्वंसक हो सकता है। गर्म वायु जब शीत वायु की तिरछी फन्नी से मुठभेड़ करती है तो उसके लिए यही मार्ग है कि वह ठण्डी वायु के ऊपर से आगे गुजर जाय। और इस प्रकार युद्धभूमि का 'नियन्त्रण' कुछ समय के लिए शीत वायु के हाथ में आ जाता है। ऊपर उठी वायु से मन्द-मन्द, लगातार वर्षा या हिमपात होता है। शीत वायु में से गुजरते हुए वर्षा कभी-कभी जम जाती है और खिडकियों पर आवाज के साथ गिरती है। स्मरण रहे कि वर्षा की बूंदें जमकर हिम का रूप धारण नहीं कर सकतीं। बर्फ के छोटे-छोटे टुकड़े पिघल कर बूंदें बनाते हैं, परन्तु बर्फ के छोटे-छोटे पतरे तभी बन सकते हैं जबकि जलवाष्प बिना द्रव अवस्था में आये सीधे बर्फ के रूप में जम जायें। सर्दियों में परिस्थितियाँ सामान्यतया वर्षा, हिम या सहिम वर्षा के बनने में सहायक होती हैं, किन्तु यदि निचली वायु की तह सही तापक्रम तक ठण्डी हो तो ठण्डी वर्षा भूमितल के पास पेड़-पौधों और बिजली के तार आदि पर जम जाती है। सौभाग्य से यह अवस्था देर तक नहीं रहती, क्योंकि वर्षा के इस प्रकार जमे रहने के लिए विशिष्ट तापक्रम की आवश्यकता होती है। चूँकि उष्ण वायु अपने साथ ताप-ऊर्जा का भंडार लाती है, इसलिए शीतवायु धीरे-धीरे पीछे हट जाती है। तापक्रम धीरे-धीरे बढ़ जाता है, और सामान्यतः इसमें पर्याप्त समय लगता है।

"गर्म मोर्चा" अपनी पहुँच की सूचना पर्याप्त समय पूर्व ही दे देता है। भूमि-पृष्ठ के मोर्चे से लगभग एक हजार मील आगे हिम क्रिस्टलों के गुच्छों वाले हिममय बादल, जो कि 'घोड़ी की दुम' कहलाते हैं, ठण्डी वायु की तह के ऊपर उपस्थित जलवाष्पों की अल्प मात्राओं से बन जाते हैं। जैसे-जैसे गर्म हवा आगे चलती जाती है उसे ढाफने वाला बादलों का आवरण क्रमशः गाढ़ा होता जाता है और ढके हुए सूर्य या चन्द्रमा के चारो ओर प्रभागण्डल दिखाई देने लगते हैं। जैसे-जैसे ऊपर जाने वाली वायु घनदर प्रवेग करती है, नीचे भारी बादल बन जाते हैं और हल्की-सी वर्षा होने लगनी है, जो धीरे-धीरे बढ़ती हुई भारी वर्षा में बदल जाती है। अन्त में जब "गर्म मोर्चा" अपनी पूरी गहराई में पहुँचता है, अवक्षेपण बन्द हो जाता है। वायुमण्डलीय दाब बढ़ता है, बादल लुप्त हो जाते हैं और चरम सीमा को पहुँचे हुए शीतकाल में भी कुछ एक दिन के लिए वसन्त ऋतु के समान मौसम आ जाता है। दोनों प्रकार की हवाओं के अग्र भागों के परस्पर सम्पर्क में आने से अतिवृष्टि होती है अथवा हिमपात।

और इसके उपरान्त वायुमण्डलीय-दाब में कमी हो जाती है। समीपस्थ अन्य वायु इस आशिक निर्वात को भरने के लिए ऊपर की ओर गति करने लगती है। यह कार्य हल्की तथा सरलतापूर्वक वहने वाली गर्म वायु अधिक अच्छी तरह कर सकती है अपेक्षाकृत भारी गाढ़ी ठण्डी हवा की तरह के। यह अन्दर की ओर बहती है, धीमी ढलान से युक्त पूर्व-वर्णित पृष्ठ के साथ-साथ नहीं, अपितु सर्पिलाकार पृष्ठ पर। सर्पिलाकार पृष्ठ का कारण दो एक साथ बढ़ने वाले वायवीय माँचों की बट खाने वाली गति है। इस मुठभेड़ के परिणामस्वरूप वायुमण्डल में एक विशाल घर्पण पैदा हो जाता है, जो कि गर्म तथा आर्द्र वायु को हड़प कर जाता है, और तेज वायु तथा तेज वर्षा को जगल देता है। यह सम्पूर्ण क्रिया पूर्व दिशा की ओर तब तक गतिशील रहती है, जब तक कि वायु के साथ आने वाले जलवाष्पों के साथ ऊर्जा की विशाल मात्राएँ प्राप्त होती रहती है।

विशाल होने के कारण प्रशान्त महासागर ससार के मौसम के अधिकांश भाग को प्रभावित करता है। मध्य प्रशान्त महासागर पर से आने वाली ग्रीष्मकालीन हवाएँ एशिया में भारत से लेकर कोरिया तक चलती है, और इस महाद्वीप के तटीय क्षेत्रों में बहुतायत में वर्षा लाती है। आन्तरिक क्षेत्र में स्थित गोबी रेगिस्तान तक केवल वे ही हवाएँ पहुँच पाती हैं जिनकी आर्द्रता निचुड़ गयी होती है। दक्षिण-पश्चिमी एशिया तथा उत्तरी अफ्रीका भी इन्हीं सूखी हवाओं के मार्ग में स्थित है। ये क्षेत्र सम्पूर्ण पृथ्वी पर सबसे शुष्क और गरम हैं। शीत ऋतु में सायबेरिया से आने वाली ध्रुवीय वायु एशिया को पार करती हुई, मध्य प्रशान्त महासागर की वायु को हिन्द महासागर और आस्ट्रेलिया की ओर घुमा देती है। ऊपर उठी हुई और ठण्डी यह प्रशान्त महासागर की वायु ईस्ट इण्डोन्शियन को पार करते समय अपनी बहुत-सी आर्द्रता से वंचित हो जाती है और यह पश्चिमी आस्ट्रेलिया पर पहुँचने से पहले ही शुष्क और गरम हो जाती है। पश्चिमी आस्ट्रेलिया भी रेगिस्तान है।

वायु के पुँजों की गतियों और “मोर्चों” पर वास्तव में बहुत सरल रूप से विचार किया गया है। वास्तविक अवस्थाएँ शायद ही कभी ऊपर के विशिष्ट रूपों में मिलती हैं। किमी भी प्रकार के वायवीय “मोर्चें” किसी भी स्थान पर इतने मन्द हो सकते हैं कि ये कठिनाई से ही अनुभव किये जा सकें। कभी-कभी वे कुछ समय के लिए लुप्त होते हुए प्रतीत होते हैं तत्पश्चात् पुनः सक्रिय विश्वोभो में प्रकट होते हैं। दो शीत “मोर्चें” गरम वायु के किसी पुँज को घेर कर ऊपर उठा देते हैं, जिससे कि पहाड़ों की चोटियों पर बादल आकर वर्षा होती है, और उन चोटियों के मध्यवर्ती निचले क्षेत्र में बादल का कोई चिह्न तक नहीं होता। इस प्रकार की घटनाएँ मौसम के विश्लेषण और पूर्वानुमान को जटिल बना देती हैं।

यद्यपि संयुक्त राज्य अमेरिका, यूरोप तथा ससार के कुछ एक अन्य भाग मौसम के अध्ययन केन्द्रों से सुसज्जित हैं तथापि पृथ्वी का मौसम अभी भी उतना अज्ञात है जितना कि उस समय था जबकि कोलम्बस का जहाज पश्चिम की ओर अग्रसर हुआ

अनिश्चित मौसम

या। मौसम के मानचित्रों पर विशाल महासागरों के क्षेत्र अब भी धुँसी पड़े हैं। यह कारण है कि मौसम पूर्वानुमान करने वालों के सामने कठिनाइयाँ आती हैं। कुछ दिन पहले ही मौसम का पूर्वानुमान करने में कठिनाई को समझना ही किनारे है। यह स्मरण रखना आवश्यक है कि वायुमण्डल एक विशाल और अत्यन्त जटिल क्षेत्र है। विशाल वायवीय त्रिया विधियों की व्यापक योजना के सम्बन्ध में निश्चित रूप से पर्याप्त जानकारी हमें अभी तक नहीं है। मौसम की क्रिया-विधियों को समझने के लिए दो विभिन्न विचारधाराएँ हमारे सम्मुख हैं। बैज्ञानिकों का एक समूह इस सिद्धान्त के पक्ष में है कि वायुमण्डल गति सम्बन्धी द्रवगति विज्ञान के समीकरणों का पालन करता है और इसलिए किसी विशेष समय की मौसमी अवस्था से कुछ समय बाद होने वाली घटनाओं का पूर्वानुमान हो सकता है। दूसरी विचारधारा, जो कि इस समय अशोभाकृत कम प्रचलित है, के अनुसार मौसम सदैव अस्थिरता धारण किये है, ठीक उसी प्रकार जैसे कि नौक पर समतुलित एक पैसिल। दूसरी विचारधारा के अनुसार मौसम वास्तविक रूप में अनिश्चित है और उसका पूर्वानुमान करने का सबसे अच्छा तरीका पहले हुई मौसमी घटनाओं का अध्ययन है।

आजकल के पूर्वानुमानकर्त्ता प्रायः दोनों विचारधाराओं के मिश्रण को उपयोग में ला रहे हैं। उनका प्राथमिक हथियार वह नक्शा है जिस पर कि समार भर के वायु दावों का विभाजन दर्शाया गया है। बैरोमीटर की सहायता से बनाया गया यह नक्शा वायुमण्डल की भौतिक स्थिति को दर्शाता है। इससे वायु के बड़े पुँजों की आगामी दिनों में होने वाली गतिविधि के सम्बन्ध में महत्त्वपूर्ण जानकारी मिलती है। साथ ही हवाओं की दिशा अथवा तापक्रम का पर्याप्त सत्यता के साथ पूर्वानुमान गड़बड़ साध करने वाले सभी प्रभावों को ध्यान में रखते हुए किया जा सकता है। यह नक्शा इस बात के पूर्वानुमान में किसी उपयोग का नहीं है कि कल वर्षा होगी या नहीं, हिमपात होगा या नहीं? यद्यपि नक्शा सामान्य रूप से किसी स्थान के आस-पास गर्जन-मेघों की सक्रियता का सुभाव देता है, तथापि गरज के साथ वर्षा का निश्चित स्थान दर्शाने के लिए वह उपयोगी नहीं है, क्योंकि गर्जन के साथ वर्षा उसी प्रकार कही भी हो सकती है, जैसे कि खोदते हुए जल के पात्र में बुलबुलें। इस प्रकार मौसम का पूर्वानुमान अभी प्रारम्भिक अवस्था में है, तथा पुराने अनुभवों के आधार पर उसका अन्दाजामात्र लगाया जा सकता है।

इसमें आश्चर्य नहीं कि मौसम के पेशेवर भविष्य वक्ताओं की भविष्यवाणियाँ औसत रूप में काफ़ी सही कही जा सकती हैं। संयुक्त राज्य अमेरिका के मौसम विभाग का दावा है उनके अनुमान ८५ प्रतिशत सत्य निकलते हैं, यद्यपि इसमें अधिकांश समय ऐसा होता है, जबकि मौसम में वैसे ही खास परिवर्तन नहीं होता, और जिसका पूर्वानुमान सरलतापूर्वक किया जा सकता है। परन्तु आशा की जाती है कि मौसम विज्ञान सम्बन्धी प्रयत्नों के शीघ्र ही उत्तम परिणाम निकलने लगेंगे, क्योंकि विज्ञान के क्षेत्रों की प्रगति के साथ-साथ इसमें भी प्रगति होगी। तार-संचार ने भी

का समारम्भ किया था। गेधों, वायु पुंजों तथा तूफानों के बारे में हमारा अधिकांश आधुनिक ज्ञान वायुयानों द्वारा वायुमण्डल की खोज से संभव हो सका है, यद्यपि वायुयान के आविष्कार का मौसमों के साथ कोई सीधा सम्बन्ध नहीं था। इसी प्रकार रेडार, जिसके द्वारा तूफानों और बादलों की गतिविधियों को बहुत दूर से ही जाना जा सकता है, आजकल के मौसम विशेषज्ञों के लिए एक महान् वरदान है। हाल में एक बहुत उपयोगी रेडार का आविष्कार हुआ है, जिसके साथ एक 'मस्तिष्क' है जिससे कि बादलों के विकास तथा मोर्चों की गतिविधियों का चित्र तैयार करने में बड़ी सुविधा हो गयी है। किसी भी समय रेडारस्कोप का चित्र इलैक्ट्रॉनिकी से 'मस्तिष्क नलिमा' में अंकित हो जाता है, उसके दस से तीस मिनट बाद वह चित्र पुनः प्राप्त किया जा सकता है और उस समय दृष्टिगोचर होने वाले बादलों पर अध्यारोपित (सुपरइम्पोज़) किया जा सकता है। स्मृति चित्र ताल तथा तरकालीन चित्र हरा दिखायी देता है। परस्परव्यापी (ओवरलैपिंग) क्षेत्र जो कि परिवर्तन को सूचित करते हैं, प्राथमिक रंगों के मिल जाने के कारण भी पीले रंग में दिखाई देते हैं। इनके साथ-साथ कुछ एक इलैक्ट्रॉनिकी मशीनें हैं, जिनके 'मस्तिष्क' में वे घटनाएँ चित्रित हैं जो कि किसी गत समय में किसी विशेष मौसम के बाद घटी थी। उन मशीनों से कुछ ही मिनटों में पर्याप्त सत्यता के साथ कुछ दिन पश्चात् होने वाले मौसम का पूर्वानुमान किया जा सकता है। इसके साथ-साथ ऐसे इलैक्ट्रॉनिकी परिकलन यन्त्र (कम्प्यूटर मशीन) काम में लाये जा रहे हैं, जो कि साखों गणनाएं तुरन्त कर डालते हैं जिनमें गणित सम्बन्धी गणनाएं सम्मिलित हैं। इन यन्त्रों में, उत्तरीय गोलार्द्ध में दूर-दूर तक फैले हुए मौसम अध्ययन केन्द्रों से प्राप्त वायु के गतिवेग, वायु की दिशाएं तथा तापक्रम इत्यादि का समावेश किया जाने लगेगा। उन परिकलन यन्त्रों से भविष्य में निश्चित समय पर आने वाली हवाओं और तापक्रमों के बारे में पहले से जानकारी मिलेगी। इस समय भी कुछ मौसम केन्द्रों से प्राप्त सूचनाओं के आधार पर इन यन्त्रों के जरिये पूर्वानुमान लगाये जा रहे हैं, जो लगभग उतने ही सत्य होते हैं, जितने कि परम्परागत विधियों द्वारा प्राप्त किए गए अनुमान। भविष्य में की जाने वाली इलैक्ट्रॉनिकी गणनाएं मौसम के पूर्वानुमान में होने वाली मानवीय त्रुटियों को दूर कर देंगी। कुछ ही वर्षों में इन यन्त्रों में वायु के दाब, वायवीय दिशाएं, अवक्षेपण क्षेत्र, तापक्रम वायु पुंज सीमाएं, न्यूक्लियस सम्बन्धी आकड़े, सौर गतिविधियां तथा किसी क्षेत्र की मौसम सम्बन्धी विशेषताएं समाविष्ट की जाएंगी, जिससे भविष्य के मौसम के बारे में काफी सही भविष्यवाणियां सम्भव हो सकेंगी।

इस दिशा में और भी अधिक महत्वपूर्ण संभवतः पृथ्वी के चारों ओर घूमने वाले उपग्रहों का विकास होगा। पृथ्वी से १०० से ३०० मील ऊपर सम्पूर्ण पृथ्वी के चारों ओर नब्बे मिनटों में चक्कर पूर्ण कर लेने वाले ये यान इलैक्ट्रॉनिकी आँखों की सहायता से विश्वभर के मौसम पर निगरानी रख सकेंगे। वे मौसम के मोर्चों का ठीक स्थान सूचित कर सकते हैं और यह भी बता सकते हैं कि वर्षा कहां हो रही है और

हिमपात कहाँ ? हिमपात कहाँ बन्द हो रहा है और इसका क्षेत्र-विस्तार किधर को है। वास्तव में वे सप्ताह-भर में फैले हुए जल और स्थल पर बने मौसम केन्द्रों से कहीं अधिक उपयोगी है ।

भविष्य में मौसम का बहुत पहले ही पूर्वानुमान कर लेने के लिए उन सब घटनाओं को भली प्रकार जानना होगा जिन्हें अब केवल सरसरी तौर पर देख लिया जाता है। सूर्य के पृष्ठ पर आने वाले प्रचण्ड तूफानों का संसार-भर के मौसम पर विशेष प्रकार का प्रभाव होता है और सूर्य के इन तूफानों के चक्र निश्चय रूप से ही संसार के ऋतु परिवर्तनों पर प्रभाव डालते हैं। ये तूफान आंशिक रूप से जलप्रलय तथा अनावृष्टि या सूखे के लिए भी उत्तरदायी हैं। यह संभव है कि उल्कापातीय धूल के मार्ग भी जिनमें से कि हमारी पृथ्वी लगातार गुजरती रहती है, अवक्षेपण को प्रभावित करते हैं।

ग्यारहवां अध्याय योजनानुसार मौसम

यदि कोई शक्ति ऐसी है जिम पर अधिकार स्थापित करने की मानव ने अभिलाषा की है तो वह निश्चय ही मौसम को नियन्त्रित कर रखने की है। हाल ही में यह कहा गया था—यद्यपि कुछ मजाक में—कि मौसम का नियन्त्रण करना आसान होगा अपेक्षाकृत उसके पूर्वानुमान के। यद्यपि इन दोनों ध्येयों की मन्तोपजनक रूप में पूर्ण होने की आशा नहीं है तथापि स्थानीय मौसम सम्बन्धी परिवर्तन किये जा सके हैं, और मौसम की कुछ बातों पर नियन्त्रण अनिवार्य प्रतीत होने लगा है।

ज्ञात इतिहास के आरम्भ से मानव ने मौसम को इच्छानुसार बनाने के लिए बुद्धि का प्रयोग किया है। इस बात में विश्वास रखते हुए कि देवताओं की सनक और मन की मीज पर सृष्टि निर्भर है, प्राचीन लोगों ने बलिदान एवं प्रार्थनाओं से इच्छित परिवर्तनों की अभिलाषा की। जैसे वैज्ञानिक ज्ञान विकसित हुआ अधिक प्रत्यक्ष योजनाएं गढ़ी गईं। परन्तु आरम्भ की योजनाएं सगंभय उतनी ही अजीब और ऊट-पटांग थी, जितनी कि वे योजनाएं जो अन्ध विश्वासों पर आधारित थीं।

एक समय इस योजना का गम्भीरतापूर्वक सुभाव दिया गया था कि शीतकाल में ठण्ड को कम करने के लिए हमारी उत्तरीय सीमा के साथ-साथ रेड रिवर से कान्टिनेन्टल हिवाइड तक शूलहो (स्टोव्स) की एक लाइन लगाई जाय। १८८७ ई० में संयुक्तराज्य अमेरिका द्वारा एक पेटेन्ट दिया गया जिसमें टोर्नेडो तूफानों को नष्ट करने के लिए विस्फोट प्रणाली का विधान था। संभवतः यह सुभाव एक प्रचलित काल्पनिक कहानी से लिया गया था, जिसमें इस चीज का वर्णन था कि पानी का फटकारा तोष के गोले की सहायता से छिन्न-भिन्न किया जा सकता है। पेटेन्ट की गयी इस विधि के अनुसार जिस शहर को सुरक्षित रखना हो उसके दक्षिण-पश्चिम दिशा में एक मील दूर एक खम्भे पर विस्फोटक पदार्थ से लैस एक बक्सा लगा दिया जाता था। ऐसा स्थान था कि किसी उपयुक्त मन्त्र द्वारा विस्फोट करने पर बहा पर टोर्नेडो जैसी वेगमय हवाएं उत्पन्न होती हैं जो कि टोर्नेडो को नष्ट कर देती हैं। संभवतः यह ऐसा ही विचार था जैसे कि चूहों द्वारा पिंजरे को ले भागना। वर्तमान शताब्दी के आरम्भ से पहले कृत्रिम वर्षा बरसाने की कई विधियों का सुभाव दिया गया। संयुक्तराज्य अमेरिका में कम से कम दो पेटेन्ट दिये गये, कांग्रेस ने दो बार विनियोग राशियां स्वीकार की तथा दो पुस्तकें और अनेकों पुस्तिकाएँ प्रकाशित की

गयी। यद्यपि मानव के ये प्रयत्न वास्तविक रूप में वायुमण्डलीय यन्त्र पर नियन्त्रण नहीं कर पाये, फिर भी ये प्रारम्भिक परीक्षण अवश्य थे। साथ ही मौसम निर्माण में भाग लेने वाली शक्तियों के विषय में कुछ ज्ञान प्राप्त किया जा रहा था।

वास्तव में मौसम नियन्त्रण में कृषि में वर्षा का कराना अन्य नियन्त्रणों की अपेक्षा अधिक महत्वपूर्ण है। इस समस्या ने अन्य मौसम नियन्त्रणों की अपेक्षा अधिक ध्यान आकर्षित किया है। इस पर अधिक परीक्षण किये गये हैं और किसी अन्य मौसम नियन्त्रण सम्बन्धी प्रयत्नों की अपेक्षा इसका इतिहास भी पुराना है।

मौसम विज्ञान, जो कि न्यून-अधिक रूप में सुस्त था, १९४० के दशक में जनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी की शैनवटडी प्रयोगशालाओं में आरम्भ किये गए परीक्षणों से उसमें नया जीवन आया। द्वितीय महायुद्ध के दिनों में वायुयान के पक्षों पर जमने वाली घातक बर्फ की समस्या पर परीक्षण करते हुए, नोबल पुरस्कार विजेता इरविंग लैंगम्यूर तथा उनके साथी विनसेंट शीफर ने शीत बादलों में जल के उन बिन्दुओं का अध्ययन किया जो बर्फ के कारण थे। उन्हें सन्देह हुआ कि ये बिना जमे हुए बादलों के बिन्दुक मौसम विज्ञान सम्बन्धी महत्वपूर्ण प्रश्नों का समाधान कर सकते हैं। उनमें से एक यह भी है कि वर्षा होती क्यों है? जैसे ही युद्ध का अन्त हुआ और उसके साथ ये महत्वपूर्ण सैनिक समस्याएं भी समाप्त हुईं, वर्षा उत्पन्न करने वाले बादलों पर अधिक गम्भीरता से अन्वेषण कार्य प्रारम्भ हुआ।

बादलों का विचित्र तथा महत्वपूर्ण गुण यह है कि कभी-कभी वे अतिशीतल अवस्था में रहते हैं, अर्थात् उनके अन्दर विद्यमान जल बिन्दुक जम नहीं पाते हैं यद्यपि उनका तापक्रम पानी के सामान्य जमाव बिन्दु ३२ अंश फारेनहाइट से भी कहीं नीचे होता है। यह अतिशीतल अवस्था प्रयोगशाला में उत्पन्न की जा सकती है, किन्तु शीतलजल का प्रयोगशाला में उपर्युक्त आचरण हमारे अनुभव में नहीं आ सका है। इसका कारण यह है कि प्रयोगशाला के पात्र की कुछ अशुद्धियों से युक्त दीवारें ऐसे केन्द्र उत्पन्न करती हैं जहाँ पानी के बिन्दुक जम जाते हैं। स्वतः वायुमण्डल में जलबिन्दुक, जिनके लिए नाभिक उत्पन्न करने वाले केन्द्र नहीं होते, बिना पर्याप्त कठिनाई के नहीं जम पाते। किन्तु जब एक बार हिम निर्माण प्रारम्भ हो जाता है तो इससे बादल में शीघ्र ही परिवर्तन शुरु हो जाता है क्योंकि हिम के क्रिस्टल अतिशीतल बिन्दुओं के लिए उसी तरह हैं जैसे कि भेंड़िये भेंड़ों के लिए। हिम क्रिस्टल जलबिन्दुओं में से जलवाष्पों को मानो चुरा लेते हैं और आकार में बड़े और भारी बन जाते हैं। अन्य वैज्ञानिकों की तरह लैंगम्यूर ने भी यह युक्ति दी कि यदि अपेक्षाकृत छोड़े बर्फ के क्रिस्टलों का अतिशीतल बादलों में बनना प्रारम्भ किया जा सके, तो जल बिन्दुओं के सहारे वे क्रिस्टल आकाश में बड़े हो जाने चाहियें और अन्त में उन्हें हिम के गिरना चाहिए या नीचे गिरते हुए पिघलकर वर्षा के रूप में परिवर्तित हो जाना इस प्रकार से ये जादू भरे बर्फ बनाने वाले कण वर्षा बरसाने के कार्य को

करने के लिए आवश्यक समझे गये। एक साधारण घरेलू हिमकारक में, जिसके अन्दर के प्रकोष्ठ को तेज प्रकाश से प्रकाशित किया गया था और उसके अन्दर की श्रिया भली प्रकार दिखाई दे सके इस उद्देश्य से उसकी दीवारों पर काली मसमल लगा दी गयी थी, शीफर ने फूँक मारने से दबाव के बने नन्हें बादलों पर परीक्षण किये। विभिन्न प्रकार के रासायनिक पदार्थों से परीक्षण किये गए परन्तु सफलता नहीं मिली। जुलाई १९४६ में एक दिन उस प्रकोष्ठ को शीघ्रता से ठण्डा करने के लिए उसमें शुष्क हिम (जमी हुई कार्बन-डाइ-ऑक्साइड) का एक टुकड़ा रखा गया, जिसका तापक्रम— ११० अश फारेनहाइट था। एकदम हजारों ही चमकीले क्रिस्टल तेज प्रकाश की किरणों में घूमते हुए दृष्टिगोचर हुए। ये क्रिस्टल उसके देखते-देखते ही बर्फ के गोलों में बदल गए और पेंडे पर बैठ गए। इस प्रकार ठण्डे बादलों से बर्षा करने की विधि का पता चल गया।

१३ नवम्बर, १९४६ ईस्वी के दिन एक छोटे वायुयान में शीफर तथा एक पायलेट (विमानचालक) अतिशीतित बादलों का पता लगाने के लिए गए। मैसाचुसेट्स के ऊपर उन्होंने एक रोओंदार बादल देखा, जो बिना ध्वेय के इधर-उधर तैर रहा था। इसके अन्दर शीफर ने शुष्क हिम ६ पौण्ड विलेर दी। लगभग उसी समय वह बादल छटपटाने लगा और श्वेत-रंग के प्रक्षेपों तथा उभारों से कुछ फूल सा गया। पाँच मिनट में ही वहाँ पर एक पतला बर्फीला हार सा दिखाई दिया जहाँ पर कि पहले बादल था। उत्तर की ओर चलती हुई यह बर्फ की भाला शीघ्र ही चुप्त हो गयी और बादल का कुछ भी चिन्ह वहाँ शेष न रहा।

आगामी शीतकाल में निरन्तर वायुयानों से शुष्क हिम फैलाकर बर्फीली परतें पैदा की गयी और इस प्रकार स्तरबद्ध बादलों में बड़े-बड़े छिद्र बन गए। ये करतब नाटकीय और सफलतापूर्ण थे परन्तु लैंगम्यूर और शीफर की अभिलाषा केवल यही नहीं थी। इस कार्य के लिए वायुयान की आवश्यकता के अतिरिक्त एक कठिनाई यह भी थी कि शुष्क हिम बादलों में से गिरती हुई ही प्रभावमय होती थी। यदि बर्फ के कणों का प्रभाव एकदम नहीं होता था तो वे वाष्पीभूत हो जाते थे और इस प्रकार से व्यर्थ होते थे।

परन्तु इन्हीं दिनों एक अन्य वैज्ञानिक बरनार्ड वीनगट ऐसी स्थायी अनुहुनशील चीज की खोज में थे जो शुष्क हिम का स्थान ले सके। इस बात को ध्यान में रखते हुए कि ऐसा कण या क्रिस्टल वही होगा जिसका गठन वं आकार-प्रकार हिम क्रिस्टल की तरह का हो, सरलतापूर्वक उपलब्ध यौगिकों में से सबसे अधिक मिलते जुलते सिल्वर-आयोडाइड की परीक्षा की गई। विद्युत् की सहायता से तप्त एक तार से वाष्पीभूत किये गए कणों ने एक रेफीजरेटर के प्रकोष्ठ में उपस्थित बादल को हिम में परिणत कर दिया। ऐसा प्रतीत हुआ कि आयोडाइड की अति सूक्ष्म मात्रा ने चमत्कार कर दिखाया हो। तब समस्या यह हुई कि एक ऐसा उत्पादक (जेनरेटर) बनाया जाय, जिसमें प्रति सैकिण्ड कई अरब सिल्वर आयोडाइड के नन्हें कण बनाये जा

द्रवरूप में हो होते हैं, यद्यपि उनका तापक्रम जमने के तापक्रम से बहुत न्यून होता है।

हिमाक से कुछ ही न्यून तापक्रम पर बिन्दुकों को जमाने के लिए किसी टोम न्यूक्लियस की सहायक के रूप में उपयोगिता उपेक्षणीय है, परन्तु कम तापक्रमों पर यह सम्भावना बढ़ जाती है जबकि ४० अंश फारेनहाइट के तापक्रम पर सब बिन्दुक स्वतः एक साथ जम जाते हैं। इसलिए शुष्क वर्ष की उपयोगिता का कारण इसका कम तापमान है।

किन्तु कुछ प्रकार के धूलिकण स्वतः जमने के इस तापक्रम के ऊपर भी अतिशीतित जल बिन्दुकों में क्रिस्टलीकरण प्रारम्भ करने के योग्य होते हैं। सामान्य रूप में तब, उपस्थित न्यूक्लिया के गुणानुसार विशिष्ट तापक्रम पर अतिशीतित बादलों में हिम-क्रिस्टल बन जाते हैं।

इसलिए आद्या की जाती है कि बहुत प्रकार के प्राकृतिक बादल सिल्वर आयोडाइड या इस से भी अच्छे रूप में लैंड आयोडाइड बीजन से प्रभावित होकर बरस पड़ेंगे। इसी प्रकार से यह विश्वास करने के कारण है कि थोड़ा और ठण्डा करने से प्राकृतिक न्यूक्लिया के द्वारा ही वर्षा उत्पन्न की जा सकती है। बादलों के बीजन की क्रियाविधियों के विषय में दी गयी युक्तियों का आधार यही है। इसमें इनकार नहीं किया जा सकता कि न्यूक्लिया के समावेश से कुछ दशाओं में वर्षा उत्पन्न हो जायगी। यह प्रश्न केवल वर्षा की मात्रा का है जोकि मनुष्य द्वारा उत्पन्न किए बिन्दु के बिना स्वतः ही प्राकृतिक रूप में हो गयी होती है।

जैसे जैसे उष्ण कटिबन्धीय बादलों के विषय में समाचयन प्रक्रिया की जानकारी बढ़ी है, बीजन की अन्य युक्तियाँ आजमायी गयी हैं। इस दशा में जमने में सहायता के लिए न्यूक्लिया की जरूरत नहीं, परन्तु अपेक्षाकृत बड़ी बूंदों या कणों की जरूरत है जिन पर कि वर्षा की बूंदें विकसित होकर बड़ी बन सकें। इस समस्या का स्पष्ट तथा सुगम समाधान यह है कि किसी वायुयान द्वारा ले जायी गयी पानी की टंकी से उस बादल में जल की बीछार छोड़ी जाय। इस प्रकार के कुछ समय पहले किए गए आस्ट्रेलियन परीक्षण उत्साहवर्द्धक सिद्ध हुए हैं। ग्यारह में से दस परीक्षण, जिनमें पानी के कुछ सौ गैलन बादलों में बीछार के रूप में छिड़के गये, सफल सिद्ध हुए, और वर्षा हो गई। इनमें से चार परीक्षणों में हुआ बादलों का अवशोषण (अथवा वर्षा) 'भारी' कहा जा सकता था। कैरेबियन में किए गए ऐसे परीक्षणों में भी कुछ सफलता मिल चुकी है। "बीजन" की इस विधि में भी जैसे कि शुष्क वर्ष बीजन विधि में भी देखा गया था, वायुयान की आवश्यकता होती है। इस प्रकार व्यय-माध्य होने में यह विधि प्रचलित नहीं हो सकेगी। तो भी पश्चिमी आस्ट्रेलिया के सूखे से प्रभावित प्रदेशों में बादलों को वर्षा के लिए प्रेरित करने की एक अन्य विधि की परीक्षा की जा रही है। एक वायुयान द्वारा तीन सौ फुट सम्वे दो विजली के केबुलों को जिनपर पचास हजार वोल्ट की विद्युत् का आवेश होता है, बादलों में से गुजार कर

चिन्तकों को विद्युत् आवेशमय करने का यत्न किया जाता है, ताकि उनका परस्पर समानयन हो सके।

भूमितल पर ही कार्यान्वित हो सकने वाली कुछ अन्य विधियाँ सोच कर निकाली जा रही हैं। पूर्वी अफ्रीका में गुम्बारो के साथ बम बाध कर बादलों में छोड़ दिये जाते हैं। इन बमों में बारूद के अतिरिक्त बहुत बारीक पिसा हुआ नमक भी होता है जोकि बम के फटने से सम्पूर्ण बादल में फैल जाता है। पाकिस्तान में जहाँ पर जलवायु बहुत शुष्क है, नमक से बनी धूलि को उड़ा कर वायु में मिलाया जाता है या सिर्फ सड़कों पर फैला दिया जाता है, ताकि उन सड़कों पर यातायात के होने से वह नमकमय धूलि उड़कर हवा में जा मिले। इन विधियों के यद्यपि परिणाम निश्चयात्मक नहीं है फिर भी अधिक अन्वेषण की अपेक्षा रखते हैं।

इस बात की भी संभावना है कि बादलों के अतिबीजन द्वारा ऐसे परिणाम प्राप्त किये जा सकते हैं, जिनसे कि ओलावारी और बिजली का गिरना नियन्त्रित हो सके, और संभवतः आगे चलकर किसी दिन नदियों में आने वाली बाढ़ें भी रोकी जा सकें। प्रतिवर्ष लाखों ही डालरों के मूल्य की फसलें ओलों द्वारा नष्ट होती हैं। केवल अमेरिका में औसत रूप में १ करोड़ ६० लाख एकड़ इमारती लकड़ी बिजली गिरने से नष्ट हो जाती है, और २७ करोड़ ५० लाख डालर के मूल्य की सम्पत्ति नदियों की बाढ़ों द्वारा नष्ट हो जाती है। ऐसे विषय की तरह, जो थोड़ी मात्राओं में तो घातक होते हैं, परन्तु बड़ी मात्राओं में बमन उत्पन्न करके विषय को बाहर निकालते हैं, न्यूक्लीया की अधिक समस्या भी प्रचण्ड मौसमी प्रभावों को रोक सकती है। न्यूक्लीया की बड़ी संख्या यदि बादल में निम्नित मात्रा में उपस्थित जनवायुओं के लिए प्रतियोगी बने तो कोई भी न्यूक्लीया इतना बड़ा नहीं बन पायेगा कि वह वर्षा की बूंद का आकार धारण कर सके।

दक्षिणी अफ्रीका के पूर्वी अन्तरीप पर नायकनूफ में निरन्तर कई वर्षों से बहा के रूपक फ्रांस में निर्मित सिल्वर आयोडाइड से भरे हुए राकेट गर्जन में घोड़े छोड़े रहे हैं। अब तक वे ओले बरसाने वाले हानिकारक बादलों से सामान्य वर्षा प्राप्त करते रहे हैं। गत वर्षों में वैसे ही बादल ओले बरसाने के कारण उस प्रदेश की प्रसिद्ध क्षेत्र की फसल को नष्ट कर देते थे। इस प्रक्रिया की ध्योरी (अभी इसको ध्योरी ही कहा जा सकता है) यह है कि सिल्वर आयोडाइड बादलों के अवशेषण की क्रिया में तेजी लाता है, ताकि बड़े ओले बनने का अवसर ही न मिल सके।

‘अति बीजन’ कुछ एक विशेष अवस्थाओं में वर्षा की भी आशा दिलाता है। एरिजोना में ग्रीष्मकाल में वर्षा प्रायः नहीं होती जब तक कि वायुमण्डल में इतनी आर्द्रता न हो जो एक इंच से अधिक वर्षा बरसा सके। ऐसे बादल जिनमें आर्द्रता की मात्रा कम होती है प्रायः बिना अवशेषण के ही उड़कर आगे चले जाते हैं। १९५० ई० के ग्रीष्मकाल में सिल्वर आयोडाइड से ‘अति बीजन’ की, इस कल्पना पर परीक्षा की गई कि कुछ बादलों को प्रेरित किया जा सकता है कि वे वहीं रहकर बढ़ते जाएँ

और इस तरह अधिक वर्षा हो। इन परीक्षाओं से प्राप्त परिणाम आशाओं की पुष्टि करते हैं। जिन दिनों में 'बीजन' किया गया तब बिना बीजन वाले दिनों की अपेक्षा वर्षा १५ प्रतिशत अधिक हुई। इस तथ्य की इससे भी पुष्टि मिलती है कि उन परीक्षणों में नौ दिनों में से आठ अधिकतम वर्षा वाले ऐसे दिन थे जिन में एक से अधिक इंच वर्षा हुई और ये दिन वही थे जिनमें बीजन का प्रयोग किया गया था।

बीजन के इन प्रयत्नों की निजानी मौसमी चक्र का केवल एक बिन्दु है। प्रकृति के इस चक्र में अन्य ऐसे स्थल भी हैं, जहाँ आक्रमण किया जाय तो संभवतः अधिक लाभ हो। स्मरण रहे कि वायुमण्डल एक प्रकार का महाकाय इंजन है जो कि ध्रुवी क्षेत्रों में उस अतिरिक्त ताप के कुछ अंश का विमर्जन करता है, जो इसे पृथ्वी पर भूमध्य रेखा के समीप के भागों पर सूर्य से प्राप्त होता है। यह कार्य वायु के संचार एवं पानी के वाष्पीकरण तथा सघनन की उष्मागतिक क्रियाविधि द्वारा सम्पन्न होता है। कम से कम सिद्धान्त रूप से मौसम को विकिरण द्वारा अन्तरिक्ष से प्राप्त ताप और विमर्जित ताप के सन्तुलन में अथवा वाष्पीकरण-सघनन चक्र में हस्तक्षेप करके बदला जा सकता है। आने वाले विकिरण में हस्तक्षेप करने की विधि यह होगी कि उमका कुछ भाग परावर्तित कर दिया जाय। इसमें सन्देह नहीं है कि स्ट्रेटोस्फीयर में यदि धूलि अथवा धुएँ का एक खोल पृथ्वी के चारों ओर फैला दिया जाय तो उसकी थोड़ी मात्रा भी सौर विकिरण के पर्याप्त भाग को रोक देगी। यदि एक एक-समान बादल स्ट्रेटोस्फियरिक तल पर निर्मित किया जाय तो वह पर्याप्त समय तक वहाँ स्थिर रहेगा और भूमि-पृष्ठ पर तापक्रम अवश्य ही कम हो जायेगा (ध्यान रहे गणनानुसार इस बादल को बनाने के लिए १० लाख टन सामग्री की आवश्यकता होगी)। वायुमण्डलीय संचार में अन्य सम्बन्धित परिवर्तन भी होंगे जैसे तूफान तथा वर्षा का आना।

कम ताप की अपेक्षा यदि अधिक ताप उत्पन्न करना हो तो यह भी संभव हो सकेगा। निःसन्देह हम सूर्य से प्राप्त होने वाले ताप को बढ़ा नहीं सकते हैं। परन्तु हम ऐसा प्रबन्ध अवश्य कर सकते हैं जिससे कि भूमि पर आने वाले ताप का विकिरण अथवा पृथ्वी से बाहर निकल जाना कम हो जाए। ध्रुवीय बर्फ सौर प्रकाश की ऊर्जा की अपेक्षाकृत अच्छी परावर्तक है और पृथ्वी के अन्दरूनी ताप की अच्छी विकिरक भी। परन्तु यदि इन क्षेत्रों को रंगदार द्रव्य की अत्यन्त सूक्ष्म तहों, जैसे कि काले काजल, से ढक दिया जाय तो परावर्तन-विकिरण प्रक्रिया में गड़बड़ उत्पन्न हो जायगी। बर्फ की अधिक मात्रा पिघलेगी, जो कि स्थानीय मौसमी परिस्थितियों को बदल देगी। संभवतः उससे सम्पूर्ण संसार की मौसमी परिस्थितियाँ बदल जाएँ ?

जलसेना के वैज्ञानिकों ने मौसम को इच्छानुसार बना लेने की एक अन्य विधि निरूपित की है। इसमें वे ताप-अवशोषण के सिद्धान्त को काम में लाते हैं। एक वायु-यान द्वारा कार्बन के सूक्ष्मकणों को वायुमण्डल में विमर्जित किया गया। जात्रिया के तट के माथ-साथ किए गए इन परीक्षणों में यह देखा गया कि कहीं बादल बने और कहीं बादल अन्तर्हित हो गये। जब वारिक पिसे सूक्ष्म कार्बन कणों के डेढ़ पौण्ड को एक बड़े

बादन की चोटी पर छिड़का गया जो पांच हजार फुट से ग्यारह हजार फुट की ऊंचाई तक फैला हुआ था तो वह बीस मिनटों में अदृश्य हो गया। परन्तु जब कार्वन को बायु की एक आदं तह पर चार हजार फुट की ऊंचाई पर फैलाया गया तो जहाँ पहले बादन नहीं था, वहाँ पर बादल प्रकट हो गया। स्पष्टतया पहले उदाहरण में कार्वन कणों ने सूर्य का पर्याप्त ताप ग्रहण कर लिया और इससे बादलों को अधिक ऊंचाई पर चढ़ने से जो ठण्डा हो जाना चाहिये था, वह नहीं हो सका और दूसरे उदाहरण में ताप के अवशोषण ने उस बादल के अन्दर ऊष्मीय अस्थिरता ला दी, जिसके परिणामस्वरूप बायु का वह स्तम्भ अथवा भाग और ऊपर बढ़ गया। तदनन्तर यह बायु जब ऊंची और गीत तह में पहुँची तो फिर बादल बन गए। क्या अन्य अवस्थाओं में भी मूधमकण मौसम को बदलने के प्रभाव प्रदर्शित कर सकते हैं, वह अभी देखना शेष है, परन्तु शोध को दूर करने तथा गर्जन-मेघों और तूफानों को छिन्न-भिन्न करने की सम्भावनाएँ काफी अधिक हैं।

हाइड्रोलॉजिकल चक्र (वाष्पीकरण तथा संघनन प्रवेग) में परिवर्तन की भी एक स्पष्ट संभावना है। जैसा कि पिछले मामलों में था, हम मौसम को अपनी इच्छानुसार अपनी ओर खींच सकेंगे, या धकेल सकेंगे। बड़े पैमाने की योजनाएँ अत्यधिक पानी को जलाशयों में रोककर ऐसे नये जलपृष्ठ बना देंगी, जहाँ से बृहत्मात्रा में जल बाष्प उठकर वायुमण्डल में सम्मिलित हो सकेंगे। जैसे-जैसे अधिक जलवाष्प उत्पन्न किया जाएगा तो अवश्य ही कहीं न कहीं अधिक वर्षा होगी। इसके विपरीत यदि मौलों, नदियों तथा समुद्र से वाष्पीकृत होने वाले जल की मात्रा को कम करके वाष्पीकरण में रुकावट डाल दी जाय तो इससे निश्चित ही अवशोषण में कमी होगी। नकार के लिये रासायनिक पदार्थों की एक पतली तह पानी के ऊपर फैलानी होगी। तब पाया गया है कि शान्त जलाशयों में कुछ अलकोहॉल की बहुत ही पतली तह तब कुछ अनुओं जितनी मोटी) पानी के पृष्ठ पर फैला दी जाय तो वाष्पीकरण में १० प्रतिशत कमी हो जाती है।

वास्तव में अभी तक किये गये प्रयोगों के आधार पर मौसम में परिवर्तन का घटने के महत्व का मूल्यांकन इतनी जल्दी नहीं किया जा सकता, परन्तु स्पष्टिदित हुए हैं वे इस बात के सूचक हैं कि सामान्य रूप से हम कुछ भी कर सकते हैं। यह संभव है कि मौसम में हस्तक्षेप कुछ दशाओं में ही सिमित हो जायेगा। परन्तु इस समय यह अनुमान लगाना कठिन है कि कोई भी बड़ा परिवर्तन यदि गंगा के एक भाग के लिये ही हो तो दूसरे भाग के लिये हानिकारक हो सकता है। मौसम में भाग हम में भी प्रयुक्त किया जा सकता है। वहीं पर प्रयत्नपथ पाई

को रोका जा सकता है और इस प्रकार सूखा उत्पन्न करके फसलों को नष्ट किया जा सकता है। फिर भी इस तरह के विचार का अभी समय नहीं आया है कि कोई राष्ट्र मौसम पर नियन्त्रण करना सोच कर सम्पूर्ण पृथ्वी पर प्रभुता स्थापित कर सकेगा।

ऐसे भविष्य की कल्पना पर जब कि मानव का तत्त्वों पर नियन्त्रण होगा, कुछ लोग चिल्ला उठेंगे—“रको !” “पर्याप्त हो गया।” बहुत व्यक्ति उस सामान्य खतरे को व्यक्त करेंगे जो उस व्यक्ति के भाग्य में बड़ा है जो महान् और शक्तिशाली प्राकृतिक शक्तियों के मार्ग में हस्तक्षेप करने का यत्न करेगा। ऐसा पहले से ही होता रहा है; आदि मानवों के विधि-निषेध तथा पौराणिक कहानियाँ इस बात की पर्याप्त साक्षी हैं। इकारम, जिसके पक्ष मोम तथा परों से बने थे, उड़ते-उड़ते सूर्य के पास चला गया और नष्ट हो गया। प्रोमीथियस को सदा के लिए शारीरिक यन्त्रणा का दण्ड दिया गया था क्योंकि उसने आग को चुरा लिया था और मानव को इसका उपयोग बताना दिया था। इस बीसवीं शताब्दी में कई लोग वैकसीन औषधियों को बुरा-भला कहते हैं। कीटनाशक औषधियाँ कुछ लोगों के विचार में केवल कीट की उत्कृष्ट नस्ल पैदा करने में परीक्षारूप में सहायक हैं, जिन पर मनुष्य का कोई नियन्त्रण न हो सकेगा। वे कहेंगे कि मौसम में हस्तक्षेप से ससार केवल एक अर्द्धस्थायी रेगिस्तान ही बन जायगा।

इसके ठीक विपरीत मौसम नियन्त्रण को यदि बुद्धिमत्ता से प्रयुक्त किया जाए तो सब राष्ट्रों के लिए वर्षा की पर्याप्त मात्रा प्राप्त हो सकेगी। रेगिस्तान लहलहाते खेतों में परिणत किये जा सकेंगे। कृषि में जो अनिश्चितता है, बहुत सीमा तक दूर हो सकेगी। यदि फसल की पैदावार पहले से ही ज्ञान हो सके तो ठीक उतनी ही फसल की मात्रा बोई जाया करेगी जितनी कि आवश्यक हो। बाढ़ों और अनावृष्टि का संकट रोका जा सकेगा।

जलवायु

किसी स्थान की जलवायु का अभिप्राय वहाँ पर सम्पूर्ण वर्ष आने वाले मौसमों का कुल योग होता है। मौसम की तरह जलवायु सूर्य द्वारा निर्देशित होती है तथा पृथ्वी की सब भौतिक परिस्थितियों का गहरा प्रभाव उस पर पड़ता है। ये परिस्थितियाँ हैं : सागर के समीप अथवा दूर होना, पहाड़ों की उपस्थिति या अनुपस्थिति, वहाँ पर चलने वाली हवाएँ इत्यादि। विशिष्ट स्थानों की जलवायु अपेक्षाकृत एक-सी रहती है, इसका कारण यह है कि यद्यपि वायुमण्डल में स्पष्ट एवं द्रुत परिवर्तन होते रहते हैं, तथापि इसमें एक विशेष गुण होने के कारण वहाँ एक ही मौसमी चक्र चलता रहता है। गर्म जलवायु में कभी-कभी शीत दिन भी आते हैं और इसी प्रकार शीतल जलवायु वाले स्थानों पर गर्म दिन भी। शुष्क जलवायु वाले स्थानों में वर्षा भी होती है और आर्द्र जलवायु वाले स्थानों पर लम्बे समय के लिए अनावृष्टि या सूखा भी। ऐसा होने पर भी पृथ्वी के प्रत्येक स्थान पर ताप, शीत, वर्षा तथा धूप का विशिष्ट संयोजन है। स्पष्टतया प्रत्येक स्थान के बारे में अलग-अलग विचार सम्भव नहीं होगा, परन्तु कुछ सीमा तक पृथ्वी पर सामान्यतया पाये जाने वाली विभिन्न प्रकार की जलवायु की परीक्षा कर सकते हैं। हम जलवायुओं के प्रभाव का अध्ययन कर सकते हैं। इसके साथ-साथ दीर्घ-कालीन जलवायु परिवर्तनों के अतीत में हुए तथा भविष्य में होने वाले परिणामों का पता लगा सकते हैं।

किसी स्थान की जलवायु सम्बन्धी परिस्थितियों के निर्धारण के लिए सबसे स्पष्ट कारण उस स्थान का अक्षांश है। हम देखने हैं कि बिना किसी प्रकार के अपवाद के पृथ्वी के ध्रुवों पर वायु ठण्डी होती है। विषुवतीय क्षेत्रों पर केवल कुछ ऊँचे पहाड़ों की चोटियों के आस-पास ही मौसम गर्म नहीं होता, शेष सब जगह गर्मी होती है। विषुवत् रेखा से ध्रुवों की ओर चलें तो क्रमशः आर्द्रगर्म, शुष्कगर्म, आर्द्रशीत तथा अन्त में शुष्कशीत मौसम के क्षेत्र आते हैं। यह है चार प्रकार की प्राथमिक जलवायु। परन्तु इनके आपस में मिलने से बहुत प्रकार के सकरोँ, विभिन्नताओं, रूपान्तरों तथा विशिष्टताओं वाले मौसम भी बन जाते हैं।

संसार की समस्त जनसंख्या का बहुत सा भाग ऐसी जलवायु में रहता है जिसे शीतोष्ण जलवायु कहते हैं। जलवायु की ये दो पट्टिकाएँ हैं जो कि लगभग तीस और पचास अंश अक्षांश के मध्य में ग्लोब के उत्तर तथा दक्षिण

में स्थित हैं। इन स्थानों की जलवायु सबसे अधिक बदलती रहती है। ग्रीष्मकाल में शीतोष्ण कटिबन्ध या तो शुष्क-गर्म होते हैं अन्यथा आर्द्र-गर्म। आकाश में गर्जन के साथ तूफान प्रायः आते रहते हैं, और सिचाई योग्य वर्षा लाते हैं। कभी-कभी ग्रीष्मकाल में भी ध्रुवीय वायु इस क्षेत्र में घुस आती है। जैसे ही कि पतझड़ की श्रुत आती है ध्रुवीय वायु अधिक चंचल हो जाती है। सर्वाप्रथम वायु अपना प्रभाव बहुत कम दिखाती है, परन्तु धीरे-धीरे वह प्रभाव बढ़ता जाता है। एक दिन मौसम सुहावना होता है, जब कि अगले ही दिन हिमपात से भूमि ढक जाती है। शीतकाल पहुंचने तक ध्रुवीय वायु अपना प्रायः पूर्ण नियंत्रण स्थापित कर लेती है।

शीतोष्ण कटिबन्धों में दिन और रात में, तथा गर्मी और सर्दी में तापक्रम का परिवर्तन खास तरह का होता है। सम्बन्ध समय की औसत के अनुसार इन तापक्रमों में काफी अन्तर रहता है। किसी भी शीतकाल में पहले शीतकाल की अपेक्षा तापक्रम आठ से दस अंश गर्म अथवा ठण्डा हो सकता है। इसी प्रकार से ग्रीष्मकालीन ताप भी विभिन्न हो सकता है। तापक्रम की महान् विभिन्नताओं के अनिश्चित अन्य सब प्रकार के सकट जैसे गर्म और ठण्डे सीमाग्र (फ्रंट), टोर्नेडो तूफान (बवंडर), गरज वाले तूफान, प्रभजन, रेत के तूफान, धूलमय आधिया तथा बर्फीले तूफान इन कटिबन्धों में आम तौर पर आते रहते हैं। इस प्रकार शीतोष्ण कटिबन्ध से अभिप्राय मन्व अक्षांश से है और इसकी विशेष पहचान बदलते रहता है। दूसरे शब्दों में शीतोष्ण कटिबन्ध संसार की मौसमी पट्टिकाएँ हैं।

शीतोष्ण कटिबन्धों से ध्रुवों की ओर जाने पर ध्रुवीय क्षेत्र आते हैं। इन क्षेत्रों में साइबेरिया, उत्तरी कनाडा, ग्रीनलैण्ड तथा दक्षिणी ध्रुव सम्मिलित हैं। वहाँ पर अधिकतर अविकसित क्षेत्र हैं, जो कि मानव द्वारा अपना उपयोग किये जाने की प्रतीक्षा कर रहे हैं। ये क्षेत्र न तो बिल्कुल बिना आवासी के हैं, और न ऐसे हैं जिन पर मानव का वास हो ही नहीं सकता। उत्तर ध्रुवीय क्षेत्र विशेषकर कुछ स्थानों पर अविवशनीय रूप से उपजाऊ है। इस स्थान की बीबीस घण्टे रहने वाली ग्रीष्मकालीन धूप में वनस्पतियाँ आश्चर्यजनक शीघ्रता से बढ़ती हैं। विभिन्न प्रकार की वनस्पतियाँ वहाँ से देखने में आती हैं और मच्छर वहाँ इतने होते हैं जितने संसार भर में कहीं और न होते। परन्तु इस क्षेत्र का मौसम उतना ही बुरा हो सकता है जितने कि उसके मच्छर। कभी-कभी तो उत्तरी ध्रुव पर भी ग्रीष्मकाल में गरज वाले तूफान चलते हैं। शीतकालीन भ्रमरावात तथा बर्फीले तूफान उन सारे क्षेत्र को बर्फ से ढक लेते हैं और सम्पूर्ण प्रदेश सुनसान हो जाता है। तारक्य न्यूय फारेनहाइट से सतर और नब्बे अंश के मन्व कम हो जाता है। विशेष बात यह है कि वायुमार्गों की उड़ान के लिए हवा स्थिर रहती है। इसका कारण यह है कि वायु उन्नी होने से भारी होकर भूमि के ऊपर एक तह के रूप में बैठ जाती है।

सूर्य का ग्रीष्मकाल में जितना जल उबाल रहा, और फिर शीतकाल में इसके जलाना ध्रुवीय दृश का महत्त्वपूर्ण अंग है। मन्व-ग्रीष्म में भी सूर्य ऊर्जा की

बहुत मात्रा हर समय फैकता रहता है। वर्ष से ढकी इस चपटी भूमि पर बहुत-सा ताप परावर्तित होकर परे चला जाता है परन्तु दक्षिणी ढलान बसन्त ऋतु में शीघ्र ही गरम हो जाते हैं और वर्ष बड़ी शीघ्रता से पिघलने लगती है। इन स्थानों पर स्थानीय मौसम अच्छा होता है। उत्तरी ध्रुव महाद्वीप में ग्रीष्मकाल स्वल्प, शीतल तथा सामान्य रूप से नीरस होता है। जुलाई मास में औसत तापक्रम 40° अंश सेन्टीग्रेड के लगभग होता है परन्तु ऐसे दिन भी आते हैं जबकि थर्मामीटर का पारा 30° अंश तक चढ़ जाता है। तब वर्षा या हिमपात प्रायः होते रहते हैं यद्यपि भारी वर्षा नहीं होती। फरवरी मास का औसत तापक्रम सूर्य से 25° अंश के लगभग रहता है परन्तु न्यूनतम तापक्रम कभी कम होता है। सामान्यतया शीतकालीन मौसम साफ होता है। और हिमपात नहीं होता, क्योंकि वायु अतिशीतल होने के कारण अपेक्षाकृत बहुत कम जलवाष्पों को धारण कर सकती है। वास्तव में उत्तर ध्रुवीय क्षेत्रों में वाषिक वर्षा कुछ रेगिस्तानी क्षेत्रों से भी कम होती है। उत्तर ध्रुवीय क्षेत्रों में भीलों, कीचड़ और दलदलों से ढकी भूमि ऊँसर भूमि जैसी लगती है क्योंकि भूमि पर कई फुट गहरी बर्फ जमी होने के कारण नालियाँ निकालने में रुकावट होती है।

वर्षा उत्तर ध्रुवीय तटों के साथ-साथ के प्रदेशों में जलवायु अन्दरूनी भागों की अपेक्षा कहीं अधिक कठोर होती है यद्यपि वहाँ उतना शीत नहीं होता। लम्बी शीत ऋतु नीरस होती है जब कि छोटी ग्रीष्म ऋतु कोहरे से भरी होती है और वर्षा अधिक होती है। जहाँ नदियाँ उत्तर सागर में गिरती हैं, बसन्त ऋतु की वर्षा और पिघली बर्फ जम कर रास्ते रोक देती है और बाढ़ों का कारण बनती हैं जिसके कारण वह प्रदेश दुर्गम बन जाता है। जिन तटों के पास से उष्ण समुद्री धाराएँ गुजरती हैं, जैसा कि दक्षिणी आइसलैण्ड तथा दक्षिण-पश्चिमी स्पीट्सबर्गन में होता है, वहाँ की जलवायु यही अधिक सुहावनी होती है। ग्रीनलैण्ड के तट शीतकाल में विशेष ठण्डे नहीं होते तथा ग्रीष्मकाल में तो वहाँ पर 60° अंश से ऊपर के तापक्रम भी अंकित किये गये हैं। दक्षिणी ध्रुव चूँकि उमरा हुआ स्थल है, इसलिये उत्तरी ध्रुव की अपेक्षा बहुत ठण्डा और कहीं अधिक तूफानी है। ग्रीष्मकाल में तापक्रम प्रायः सूर्य रहता है और शीत-कालीन तापक्रम तो सूर्य अंश फारेनहाइट से एक सौ अंश नीचे पहुँच जाता है। वहाँ पर सोजकृतियों के एक रूसी दल ने सूर्य से 144° अंश कम का तापक्रम भी अंकित किया है। साथ ही वहाँ पर मध्यग्रीष्म में भी वर्षा तूफान आश्चर्यजनक रीति से अचानक ही आ जाते हैं।

ध्रुवीय क्षेत्रों की घुष्क शीत के विपरीत विपुवतीय पट्टिका के इलाकों में आर्द्र ऊष्मा रहती है। इस क्षेत्र में केन्द्रीय अमेरिका, ब्राजील, कांगो तथा गल्फ्मलित हैं। यहाँ पर जलवायु लगातार गर्म, आर्द्र रहता है और होती है। गर्म से गर्म महीने और ठण्डे से ठण्डे महीने में तापक्रम में अन्तर होता है। इसी प्रकार दिन और रात के तापक्रम में भी कम अन्तर होता है। सामान्य ऊँचाइयों पर तापक्रम प्रायः 100° अंश से ऊपर

साठ अंश से कम नहीं होता। परन्तु उस वायुमण्डल की अत्यधिक आर्द्रता उस क्षेत्र को टकिया वायु के समान बना देती है। वनस्पतियाँ अत्यधिक मात्रा में उगती हैं। पराथयी पौधों की कई किस्में पायी जाती है। घातुओं को जंग लग जाता है, तमा चमड़े कागज और कपड़ों पर शीघ्र ही फफूँदी लग जाती है। जलवायों से संतुष्ट वायु चलती रहती है और प्रतिदिन हो गरज भरे तूफान के साथ वर्षा होती है तमा वादें आती हैं। यद्यपि गरज भरे तूफान प्रायः आते हैं और कई बार उनमें काफी प्रचण्डता भी होती है फिर भी वे प्रभंजन (हरीकेन) तथा टोर्नेडो जितने विनाशकारी नहीं होते।

विषुवतीय पट्टिका तथा शीतोष्ण कटिबन्धों के मध्य २५ अंश अक्षांश के आस-पास गर्म परन्तु शुष्क उष्णकटिबन्धीय प्रदेश है। विषुवतीय पट्टिका के सण्ड में से जो वायु ऊपर चली जाती है, वह अपनी आर्द्रता का अधिकांश भाग खाली करने के पश्चात् इन प्रदेशों में नीचे उतर आती है। प्रारम्भ में ही यह वायु गर्म होनी है और नीचे उतरने से और गर्म हो जाती है, और वह नीचे की पृथ्वी को भून देती है। इसका परिणाम यह हुआ है कि पृथ्वी के ऊपर चारों ओर रेगिस्तानों की एक पट्टी बन गयी है जिसमें सहारा, लिबिया, अरब तथा आस्ट्रेलिया के महान् रेगिस्तान शामिल हैं। इन रेगिस्तानों में सबसे ऊँचे तापक्रम पाये जाते हैं और पृथ्वी पर सबसे शुष्क जलवायु है। छाया में भी वायु का तापक्रम १३० अंश तक पहुँच जाता है और सूर्य से सीधी किरणें पड़ने से जमीन अत्यधिक तप जाती है और तापक्रम १३० अंश तक पहुँच जाता है। रेगिस्तान में रातें कुछ शीतल होती हैं। रात और दिन के तापक्रम में ६० अंश का अन्तर कोई असाधारण बात नहीं है। वायु में आर्द्रता की मात्रा कम होने के कारण यह अन्तर और अधिक प्रतीत होता है। वर्षा बहुत कम या नहीं होती। पैर के रेगिस्तानों में ऐसे स्थान हैं जहाँ पर सदियों से कभी वर्षा नहीं हुई।

रेतीले तूफान और धूलभरी आंधियाँ बड़े रेगिस्तानों में आम बात है, खासकर सहारा में। बहुत ही कम आने वाले वर्षासमय तूफान के बाद के समय को छोड़ कर रेगिस्तान में नीचे की वायु निरन्तर रूप से धूल के कणों द्वारा धुँधली रहती है। गर्म मध्याह्नों में ऊपर की ओर उठती हुई वायु धाराएँ भँवर के समान घूमते हुए धालू के स्तम्भ बना देती हैं। जब वायु तेजी से गति कर रही होती है तो सारी भूमि काँपती हुई प्रतीत होती है। ऐसे समयों में पैदल चलना कठिन हो जाता है। कम ऊँचाई पर उड़ान सुविधाजनक नहीं होनी, क्योंकि भूमि तल के पास अधिक गर्मी होने के कारण वायु की तह कुछ भारी और अस्थिर हो जाती है। ऊँचाई पर उड़ान करने की परिस्थितियाँ शुष्क उष्णकटिबन्धीय जलवायु में साधारणतया अच्छी होती हैं, क्योंकि बादल रहित आकाश में दिखाई बहुत अच्छा देता है।

रेगिस्तान केवल ताप, रेत और हवाओं वाला ऊँड़ ध्वज नहीं है। वर्षा हो जाने पर वनस्पतियाँ एकदम उग आती हैं, और युवावस्था तक पहुँच कर कुछ दिनों में ही बीज पैदा कर देती हैं और फिर उसी भूमि में निष्क्रिय रूप से पड़ी रहती हैं। अव-
के पुनः अनुकूल होने पर उग आती है। कूनों के चारों ओर और ऐसे स्थानों पर

जहाँ मिचार्ड के लिए पानी उपलब्ध है, रेगिस्तान एक उद्यान बन जाता है। मिस्र, ईंग्लैंड और पश्चिमी अमेरिका के कई भागों में मिचार्ड और बहुतायत में होने वाली पूरा दोनों चीजें मिलकर फलन को सारा नाम उगाने में मदद देती हैं। जहाँ-जहाँ जल उपलब्ध है, जैसा कि मिस्र और पश्चिमी अमेरिका के मिचार्ड वाले प्रदेशों में है, जीवन-साधन सुगम हो जाता है।

यद्यपि जलवायु चार प्रकार की गिनाई गयी है, फिर भी इनमें से विमुक्त रूप में एक ही प्रकार की जलवायु उत्पत्ती ही विरल है, जिनका कि पृथ्वी में कोई शुद्ध प्रतिनिधि। विभिन्न प्रकार की जलवायुओं का आपस में मिलकर मकर बन जाने का कारण सूर्य का बराबर भर में आने-पीछे होना है। जून मास में कर्कट रेखा पर होने के पश्चात् सूर्य ध्रुवतः स्थान बदल लेता है, और दिसम्बर मास में ठीक मकर रेखा के ऊपर होता है। गौर गार के दूर-उपर स्थानान्तरित होने में जलवायु में परिवर्तन होता है। इस परिवर्तन की एक मनोरंजक बात यह है कि उन स्थान का अधिपत्य तापक्रम सूर्य की स्थिति के सम्बन्ध में एक महीना पीछे रहता है, अर्थात् उत्तरीय गोलार्ध में अधिपत्य मौसम तापक्रम जून के मध्य के स्थान पर जुलाई के मध्य में होता है। इस व्यवहार की व्याख्या जटिल है, परन्तु उसमें यह समझ सम्मिलित है, जो भूमि के गर्म होने के लिए और वायु को घन प्रवाह का समझन करने के लिए जरूरी है।

सात स्पष्ट है कि दो विभिन्न प्रकार के जलवायु—वर्षावर्षा के मध्य में जो क्षेत्र का जाता है वहाँ पर सूर्य के आने का पीछे होने के अनुसार दोनों प्रकार के जलवायु उस क्षेत्र में पहुँचते हैं। आर्द्र और शुष्क उष्णवर्षावर्षा जलवायु के मध्य उष्णवर्षा प्रदेश में दोनों प्रकार की जलवायु का मिश्रण होता है। इसी उष्णवर्षावर्षा मान-सूत्र का जाता है। विभिन्न मानसून क्षेत्रों में यमरा, भारत, अफ्रीका, सूडान तथा उत्तरी अमेरिका सम्मिलित हैं, जहाँ पर धीमे-धीमे के आने के साथ-साथ बहुतायत में विपु-कीर्ण गर्म भरे सूडान तथा यमरा आती है। जीवनान के आने की वहाँ अत्यन्त ही शरीर है, और शुष्क उष्ण वर्षावर्षा अवस्थाएँ उत्पन्न हो जाती हैं। शुष्क प्रमुख में सूर्य के जो उष्ण प्रकार में भड़क जाते हैं, जैसा कि पश्चिमी वर्षावर्षा की शीत प्रमुख में। उष्णवर्षावर्षा मानसून का प्रतिरोधक "भूमध्यसागरी जलवायु" है, जो जीवनान में आर्द्र तथा शुष्क और धीमे-धीमे में शुष्क तथा गर्म होती है। भूमध्यसागरीय जलवायु इसका एक प्रतिनिधि है क्योंकि भूमध्यसागर के उत्तरी तटों पर यह मिलती है। वास्तु इस क्षेत्र के प्रतिरोधक भी समान के कई जगहों में वही जलवायु मिलती है। इटली, स्पेन, फ्रांस, यूनान, टर्की, ग्रीस, आदि के अधिकांश पर भूमध्यसागरीय जलवायु प्रतिनिधि-वर्षावर्षावर्षा, केन्द्रीय अफ्रीका तथा दक्षिणी अमेरिका में भी पायी जाती है।

भारत और चीन का वैश्वक जीवन क्षेत्रों की जलवायु की और बहुत देना है, क्योंकि इनमें जो बहुत एक समान क्षेत्रों में वृष्टि है जिसमें गर्म की जगहों में जीवन की जलवायु उत्पन्न है। यह पीछे-पीछे गर्म होता है और इसी प्रकार पीछे-पीछे ही जीवन की। इसका कारण यह है कि एक ही जगह पर बहुत और गर्म है।

त्रम कुछ गर्म से लेकर जमाव बिन्दु से कुछ ऊपर तक का रहता है। सागर में पाई जाने वाली प्राथमिक विषमताएं उन बड़ी जलीय धाराओं के कारण होती हैं जो उसकी गहराई में धीरे-धीरे चलती हैं। ये धाराएं उष्ण कटिबन्धों के गर्म पानी को उत्तरी ध्रुव तक ले जाती हैं और पुनः विषुवतीय कटिबन्धों को लौट आती हैं। परन्तु इस लौटने में वे अपने साथ कुछ ध्रुवी क्षेत्रों की शीत भी ले आती हैं। इसके विपरीत स्थलीय प्रदेश धनी वनस्पतियों से आच्छादित पहाड़ी हो सकते हैं, या उनकी भूमि बजर, चपटी या पयरीली हो सकती है, और इसी कारण से उन पर द्रुतगामी मौसमी परिवर्तन हो सकते हैं।

पहाड़ी प्रदेशों तथा ऊँचे पठारों की जलवायु निश्चित रूप से निर्वात भूखण्डों से भिन्न होती है, जबकि भौगोलिक दृष्टि से उनकी स्थिति एकनी होती है। ऊँचाई के साथ-साथ वर्षा आदि के अवक्षेपण में वृद्धि पहाड़ों के साथ हवाओं का सीधा टकराव होने वाले और झोट वाले पार्श्वों में अन्तर तथा वायु के घनत्व और तापक्रम में कमी, ये पहाड़ी जलवायु की मुख्य विशेषताएँ हैं। पर्वतों की शृंखलाओं के उस ओर जहाँ की हवाएँ सीधी टकराती हैं अवक्षेपण अथवा वृष्टि प्रायः अधिक होती है। सामान्य रूप से शुष्क प्रदेशों में भी पहाड़ों की चोटियाँ वनस्पतियों से ढकी होती हैं, जब तक कि वे केवल ऊँची न हों और निरन्तर वर्षा में ढकी न रहती हों। जब पर्वतीय शृंखला समुद्र के सामने होती है तो उस ओर अवक्षेपण विशेष रूप से अधिक होता है। प्रायः दो सौ इंच एक वर्ष में वर्षा हो जाती है। "हवाई" प्रदेश के पर्वतीय ढलानों पर वर्ष भर में चार सौ इंच तक वर्षा होती है। समुद्रतल से सात या आठ हजार फुट की ऊँचाई तक, ऊँचाई के बढ़ने से अवक्षेपण भी बढ़ता जाता है। यद्यपि यह वृद्धि ध्रुवों के पास विषुवत् वृत्त रेखा के पास की अपेक्षा कम होती है। पर्वतों के दूसरी ओर की ढलानें, जिस ओर हवाएँ नहीं टकराती, बहुत खुदक होती हैं। वे बजर अथवा रेगिस्तान बन जाती हैं। ऊँचे हिमालय पर्वत के दूसरी ओर ही गोबी का रेगिस्तान है। हल्की वायु के कारण पड़ने वाली तेज धूप तथा तेज चलने वाली हवाएँ और स्फूर्तिप्रद ठण्ड ये चीजें पर्वतीय स्थानों की जलवायु को बड़ी आनन्दप्रद बनाती हैं। यद्यपि पहाड़ों पर अधिक वेग से चलने वाली हवाएँ प्रायः मिलती हैं, तो भी वायु के घनत्व में कमी वायु के दल को आँगिक रूप से कम कर देती है।

हमारे अनुभव का समय सीमित होने के कारण यह मान लेना स्वाभाविक है कि जलवायु में परिवर्तन नहीं होता किन्तु इससे अधिक असत्य और क्या हो सकता है। सातत्यियों के दौरान जलवायु उतनी ही परिवर्तनशील रही है जैसा कि आजकल सीतोष्ण कटिबन्ध का मौसम। पृथ्वी के भौगोलिक इतिहास को जितनी पहुँच है, उस समय के कम से कम नौ-दसवें भाग में पृथ्वी का औसत तापक्रम आजकल की अपेक्षा पर्याप्त रूप से ऊँचा रहा है। प्राचीन काल में लगभग २५ करोड़ वर्ष की अवधि में प्रायः सम्पूर्ण पृथ्वी पर उष्णकटिबन्धी जलवायु रही है, और बीच-बीच में ठण्डे मौसम के काल भी रहे हैं, जिनमें वर्षा तथा तेज हिमायन के काल सम्मिलित हैं, जो कई

साल वर्ष रहे। इसके अतिरिक्त जलवायु के और भी असंतुल्य छोटे-मोटे उतार-चढ़ाव आ चुके हैं।

उष्ण कटिबन्धी वनस्पतियों के अवशेष पृथ्वी के दोनों ध्रुवों के पास पाये गये हैं। दोनों ही प्रदेशों में पत्थर के कोयले के संग्रह उपस्थित हैं। जहाँ तक हम जानते हैं, यह कोयला केवल बहुत जंगलों से ही प्राप्त हो सकता है। अतः तबदा शुष्क नहीं था। लगभग दस हजार वर्ष पूर्व उत्तरी यूरोप में हिमनद (ग्लेशियर) तक बहते थे, उसी काल में अल्जीयस के दक्षिण-पूर्व में नौ सौ मील की दूरी पर एक बड़ा मैदान था, जो आजकल एक सूखा लगभग निर्जन रेगिस्तान है। उस समय यहाँ उपजाऊ भूमि थी और तत्कालीन आबादी उस पर आश्रित थी। उस क्षेत्र में गुफाओं में पाए जाने वाले हजारों रंग-विरंगे चित्रों से यह ज्ञात होता है कि उस समय यह एक अवश्य ही उपजाऊ तथा मिश्रित प्रदेश था। उसी समय में इंगलिश पीट की तहों में दवे मलवे से यह स्पष्ट दिखाई देता है कि वह क्षेत्र कभी एक खुला "टुण्ड्रा" था, जिसमें कि निम्बर वृक्ष के वृक्षों के कहीं-कहीं झुण्ड थे। बाद में आठ हजार वर्ष ई० पू० में इंग्लैण्ड को जलवायु और इसी प्रकार से सारे गोल्फार्ड की जलवायु कुछ गरम होनी प्रारम्भ हुई। गरम ऋतु में पनपने वाले वृक्ष, जैसे ओक तथा एल्म, इंग्लैण्ड के उस समय के दवे मलवों में पाये जाते हैं। जैसे-जैसे उत्तर की वर्ष पिघलती गयी, महासागरों में पानों का स्तर बढ़ना गया। पीट कोयले के संग्रहों पर से समुद्र के नमकीन पानी का बहना इस बात की स्पष्टरूप में प्रदर्शित करता है। ईसा पूर्व पाँच हजार वर्ष के आस-पास इंग्लैण्ड शीघ्र महाद्वीप से पृथक् हो गया, और तब से आजकल की-सी जलवायु रही है। यह गरम करने का विशेष चक्र तीन हजार ई० पू० के आसपास अपनी गरम-सीमा पर पहुँच चुका था। उस समय शीघ्र संसार का तापक्रम आज से कुछ अंश अधिक था।

ईसा पूर्व तीन हजार वर्षों से लेकर ईसा बाद के सोलह सौ और उन्नीस सौ वर्षों के मध्य समार सामान्य रूप से शीतल होता गया। हिमनदीय साक्ष्यों में रेडियो कार्बन द्वारा काल निर्धारण तथा फूलों के परागों एवं पुराने अवशेषों के अध्ययन से वैज्ञानिक हम निष्कर्ष पर पहुँचे हैं कि जलवायु के तापक्रमों में खल रही कमी के दौरान कुछ छोटे आघात के दूसरे चक्र भी चलते रहे हैं। ईसा पूर्व ५०० वर्ष से ईसा बाद १०० वर्ष तक का काल कुछ अधिक शीतल और आर्द्र था। ईसा बाद ४०० ईसा बाद १००० वर्ष तक का समय कुछ गर्म और शुष्क रहा और फिर १३०० वर्ष में आधुनिक समय तक जलवायु फिर शीतल और आर्द्र रहने लगी। पिछली सत्रहवीं में उत्तरी गोल्फार्ड में सामान्य रूप से १ से २ अंश तक कम बढ़ गया है। दक्षिणी गोल्फार्ड के विषय में पर्याप्त आँकड़े प्राप्त नहीं हैं, मगर और निचले अक्षांशों में भी कुछ वैसी ही वृद्धि हुई है। दक्षिणी ध्रुव ही हो रहा है। विश्व प्रवेरिका में दूर अध्ययन दल शान के धोकर हैं। वर्षों में तापक्रम में औसत वृद्धि ५ अंशों की हो गयी है। इसके

ध्रुव पर वर्ष में खोदे गये १००० फुट गहरे गड्ढों में किए गए परीक्षणों तथा अध्ययन ने इस बात का सुझाव दिया है कि धीरे-धीरे गर्म होने की प्रक्रिया दस शताब्दी पहले से प्रारम्भ हुई। सामान्य परिवर्तन इस ढंग से हुआ है कि शीतकाल कुछ कम शीतमय हो गया है, अधिक ठण्डे क्षेत्रों में यह प्रभाव कुछ अधिक है और गर्म क्षेत्रों में कम। स्पिट्सबर्गन तथा पूर्वी ग्रीनलैण्ड में पिछले कुछ वर्षों में शरदऋतु के औसत तापक्रम ६ और १३ अंश अधिक गर्म रहे हैं, अपेक्षाकृत उन तापक्रमों के जो इस शताब्दी के प्रारम्भ में थे। स्पिट्सबर्गन की बन्दरगाह पहले अक्टूबर से जून तक ठण्ड के कारण जमी रहती थी, आजकल यह बन्दरगाह वर्ष में सात महीने खुलती है। फिनलैण्ड में वनस्पतियाँ उगाने का मौसम पिछले एक सौ वर्षों में बीस दिन तक बढ़ गया है। उत्तरी रूस की भोलें सात दिन बाद जमती हैं, और पांच दिन पहले वर्ष पिघलती शुरू हो जाती है। मॉन्ट्रियल में दैन्य से कम के तापक्रम अठारहवीं शताब्दी के अन्त की अपेक्षा अब केवल आधे रह गये हैं। हिमपात जो कि अठारह सौ अस्सी के आम-पाम औसत रूप में १३० इंच था, पिछले कुछ वर्षों में ८० इंच रह गया है। कुछ एक अपवादों के साथ यह देखने में आता है कि आल्प्स से एलास्का तक हिमनद पहले की अपेक्षा सिकुड़ रहे हैं। इस शताब्दी के प्रारम्भ में स्विट्जरलैण्ड में वर्ष से आच्छादित सुन्दर दृश्यों की ओर मुंह करते हुए कुछ होटल बनाये गए थे। वहाँ से आजकल वर्ष तो क्या हिमनद भी दिखाई नहीं देते। टेम्स तथा टाइबर नदियाँ जो शीतकाल में वर्ष से ढक जाती थी अब कई सालों से जमी नहीं है।

उत्तरी गोलार्द्ध के धीरे-धीरे गर्म होने का एक सुन्दर परिणाम वहाँ पर विविध प्राणिसमूह तथा वनस्पतिसमूह का पैदा होना है। जो पक्षी मौसमी संकेतों का ज्ञान रखते हैं वे अब उत्तर की ओर रहने के लिए चले गये हैं। साल रंग की चिड़िया कार्बिनल, कलगीदार फुंदकी (टफटेड टिटमाऊस), सारिका तथा पपीहा इत्यादि जो कि दक्षिणी प्रदेशों में रहने वाले थे, कुछ वर्षों से उत्तरी केन्द्रीय राज्यों और न्यू-इंग्लैण्ड में देखे गए हैं। उन जातियों के पक्षी जो कि पहले शीतकाल में दक्षिण की ओर आ जाया करते थे, अब साल भर उत्तर में ही रहते हैं। उत्तरी योरोप पर भूमध्य सागर के पक्षियों का "आक्रमण" हो रहा है। ५० वर्ष पूर्व ऑपोसम बर्जीनिया के उत्तर में बहुत कम दिखाई देते थे, अब ये उत्तर तक बोस्टन में प्रायः देखे जाने लगे हैं। हिरन, उत्तरी अमेरिका का विशेष हिरन, मूस, रैकून और बिज्जू इत्यादि भी उत्तर इलाकों की ओर जा रहे हैं। मछलियाँ भी इसी प्रकार से स्थान बदल रही हैं। ह्वाइटिंग, किंग मेकेरल, हेलिबट तथा हैडॉक अब उत्तर के ऐसे प्रदेशों तक पहुँच गई हैं जहाँ पर वे पहले नहीं पाई जाती थी। कॉड मछली जो कि पहले ग्रीनलैण्ड में मिलती ही नहीं थी, अब एस्कीमो लोगों का मुख्य भोजन है।

लाच, स्पूस (स्नोबर् वृक्ष), पीत बर्च, शूगर नेपल, ब्लैक ऐश तथा स्वेत पाइन के वृक्ष जिनके लिए शीत मौसम की आवश्यकता होती है, अब दूर उत्तर में भी पाये जाते हैं। अमेरिका की मिडवेस्टर्न मक्का पट्टिका अब उत्तर की ओर ५०० मील

तरु और बढ़ गई हैं, येहूँ की खेती दो या तीन सौ मील और आगे कनाडा में चली गई है। कमी शीत से जमे हुए रूसी स्टेप्पी जहाँ पहले कभी हल नहीं चलाया गया था, पिछले वर्षों में खेती की पैदावार देने लगे हैं। स्केन्डेनेविया के पहाड़ों पर जो शताब्दियों से बर्फ से ढके हुए थे, कुछ समय से हल चलने लगे हैं। जगल भी पहाड़ों की ढलानों पर प्रिसकते-प्रिसकते ऊपर पहुँच रहे हैं। फिलहाल यह कहना कठिन है कि इस प्रकार से निरन्तर होने वाली तापक्रम में वृद्धि के परिणाम क्या होंगे? स्मरण रहे कि गत साठ वर्षों को छोड़कर इसापूर्व तीन हजार वर्ष से तापक्रम धीरे-धीरे घटता जा रहा है। हो सकता है गत साठ वर्षों का चक्र उसी में एक छोटा-सा चक्र हो। हो सकता है कि तापक्रम में कमी पहले ही शुरू हो चुकी हो।

यदि हम ठीक प्रकार से जानते कि ये मौसमी उतार-चढ़ाव किस कारण घटते हैं तो हम मौसम सम्बन्धी पूर्वानुमान कर सकने के अधिक योग्य होते कि आगामी मौसम अब की अपेक्षा गरम, ठण्डा, आर्द्र या शुष्क किस तरह का होगा। जलवायु में परिवर्तन होने के आधुनिक मिद्धान्तों में महाद्वीपों की ऊँचाई या गहराई, पृथ्वी का अपने अक्ष पर घूर्णन, पृथ्वी के कक्ष की उत्केन्द्रता, वायु में उपस्थित धूलिकणों की मात्रा में अन्तर, महासागरों की धाराओं के प्रवाह में अन्तर, सौर परिवर्तन तथा वायुमण्डल में कार्बन-डाइऑक्साइड की मात्रा में परिवर्तन सम्मिलित हैं। यद्यपि यह पूर्णरूप से संभव है कि उपर्युक्त कारणों में से प्रत्येक ने खास समय तथा स्थान में जलवायु पर प्रभाव डाला हो, तथापि सम्पूर्ण जगत् के जलवायु परिवर्तनों की समस्या एक रहस्य है, जिसमें प्रत्येक सदिग्ध कारण का योग हो सकता है।

पृथ्वी की स्थलाकृति में परिवर्तन के परिणामस्वरूप ऋतुओं में परिवर्तन स्वीकार करने में मुख्य आपत्ति यह है कि गत कई हजार वर्षों में ऐसे क्षेत्रों में बड़े-बड़े ऋतु सम्बन्धी परिवर्तन हुए हैं जहाँ कि भौगोलिक अवस्थाएं स्थिर अथवा एक सी रही हैं। पृथ्वी-घूर्णन को ऋतु परिवर्तनों का कारण स्वीकार करने में यह कठिनाई है कि दोनों गोलार्द्धों में ऋतुओं में बड़े-बड़े परिवर्तन एक साथ घटित हुए हैं, न कि बारी-बारी से। धूलिकणों की बनी धुंध और गुबार सूर्य की ऊर्जा का पर्याप्त भाग रोक देती हैं। यह क्रिया कभी-कभी वर्षों तक चलती रहती है, जैसे कि क्रीकाटोआ के विस्फोट के पश्चात् बहुत समय तक वायु में धूलिकण धुंध के रूप में रहे थे। परन्तु बहुत कम लोग ऐसा विचार रखते हैं कि इन ज्वालामुखियों के विस्फोटों से अधिक स्थायी मौसमी परिवर्तन हो सकते हैं। हाँ, विस्फोट थोड़े समय रहने वाले चक्रों के कारण जरूर बन सकते हैं।

पृथ्वी की कक्षा की उत्केन्द्रता के कारण सूर्य से प्राप्त होने वाले विकिरणों की मात्रा में काफी फर्क पड़ जाता है। परन्तु विकिरण की वार्षिक प्राप्ति में खास अन्तर नहीं होता है। इसलिए सम्पूर्ण जगत् की जलवायु में बड़े परिवर्तनों का कारण यह नहीं हो सकता। फिर भी इस घटना का कुछ न कुछ प्रभाव जलवायु पर पड़ता ही है। आजकल जनवरी मास में पृथ्वी सूर्य के ज्यादा से ज्यादा निकट घूर्णन करती है,

और जुलाई मास में ज्यादा से ज्यादा दूर। इससे उत्तरी गोलार्द्ध में मौसम के परिवर्तन अपेक्षाकृत हल्के होते हैं और दक्षिणी गोलार्द्ध में तीव्र। दस हजार वर्षों में ये अवस्थाएँ परिवर्तित हो जाएंगी जिससे कि इसके विपरीत त्रियाएँ होंगी और उत्तरी गोलार्द्ध में ग्रीष्मकाल अधिक गर्म और शीतकाल अधिक ठण्डे होंगे। फिर २१ हजार वर्ष में पुनः जनवरी मास में ही पृथ्वी सूर्य के अधिक समीप होगी।

समुद्री धाराओं का सिद्धान्त जिसकी पुष्टि समुद्र की लगभग ५ मील गहराई में उपस्थित सचयों के अध्ययन से हुई है, हिमनदों के आगे बढ़ने तथा पीछे हटने की व्याख्या करता है (जिन्हें हिमकाल कहा जाता है) जिसका कारण उत्तर ध्रुवीय महासागर और अन्ध महासागर के मध्य पानी की अदलाबदली है। सिद्धान्त के अनुसार धाराओं के स्वतन्त्र रूप से प्रवाह होने पर उत्तर ध्रुवीय महासागर जम नहीं पाता, क्योंकि अन्ध महासागर की गरम धाराएँ उसे गरम करती हैं। परन्तु चूंकि यह जमा हुआ नहीं होता, इसमें से अधिक जल वाष्पीकृत होता है, अधिक हिमपात होता है, और उत्तरी क्षेत्रों पर अधिक हिमनद बनते हैं। आखिरकार हिमनदों में इतना अधिक पानी एकत्र हो जाता है कि महासागर में पानी का तल उतर जाता है, जिससे महासागरों में धाराओं का बिना रोक-टोक प्रवाह बन्द हो जाता है और उत्तर ध्रुव महासागर जम जाता है। जल-वाष्पों के इस स्रोत के बन्द हो जाने से हिमपात कम होता है, और हिमनद धीरे-धीरे कम हो जाते हैं। अब महासागरों का तल फिर से ठीक हो जाता है, धाराओं का प्रवाह फिर जारी हो जाता है, जब तक कि फिर वही चक्र नहीं चलता। यदि समुद्र विज्ञान को जानने वालों ने ठीक प्रकार से इन सचेतों का अध्ययन किया है तो उत्तर ध्रुवीय महासागर पिछली बार ११ हजार वर्ष पूर्व जमा था, और आज विश्व फिर एक अन्य हिमकाल के आक्रमण की प्रतीक्षा में है।

सूर्य हमारे सब प्रकार के मौसम और जलवायु का प्रमुख स्रोत है। इसलिए सूर्य का जलवायु के परिवर्तनों में गहरा हाथ माना जाता है। इस सिद्धान्त के दोषों का सावधानी से पता किया गया है। सौर ताप की मात्रा के पिछले चालीस वर्षों में स्मिथसोनियन इन्स्टीट्यूशन ऑफ वाशिंगटन में किये गये दैनिक अध्ययन से पृथ्वी पर पहुँचने वाली सौर ऊर्जा के विषय में बिशेष जानकारी नहीं मिल सकी है। किन्तु हाल में संकेत मिला है कि सूर्य में होने वाले परिवर्तनों से उसके समूचे ताप पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। इससे जलवायु के बनने में सूर्य की भूमिका का प्रश्न फिर से उठ खड़ा हुआ है। सूर्य में घब्वे (सनस्पॉट) पैदा होने के समय अल्ट्रावायलेट तथा कणिकाभय (कार्पस्कुलर) ऊर्जा का विस्फोट सूर्य की कुल ऊर्जा का केवल कुछ प्रतिशत ही होता है, निश्चित रूप से कहना कठिन है कि वह कितना होता है। कारण यह है कि यह सम्पूर्ण ऊर्जा वायुमण्डल में पृथ्वी के बहुत ऊपर ही रक जाती है, जहाँ कि यह दीर्घ-परास (लॉंग रेंज) रेडियो संचार में बाधा डालने तथा आरोंरा प्रकाश का कारण बनती है। १९५२ ई० के फरवरी मास में बर्निन से छोड़े गए गुब्बारों द्वारा भेजी सूचनाओं से पहले-महल यह स्पष्ट रूप से विदित हुआ कि कणिकाएँ भी उच्च-

स्तरीय वायु को गरम करने का कार्य करती है। सूर्य सम्बन्धी तीव्र उथल-पुथल के दौरान नब्बे हजार से एक लाख फुट की ऊँचाई पर वायु एकदम शून्य अंग फारेनहाइट से ७६ अंश कम (—७६) के तापक्रम से शून्य अंग फारेनहाइट के तापक्रम पर आ गयी। इतनी ऊँचाई पर वायु का यह तापक्रम अधिकतम था। उस के शीघ्र ही बाद ध्रुवीय क्षेत्रों के ऊपर की वायु के संचार में एक विस्मयकारी परिवर्तन हुआ। अन्धमहासागर पर प्रचण्ड तूफान आए, और इतना हिमपात हुआ जितना पहले कभी नहीं हुआ था। ११ फरवरी, १९५८ को उपग्रह एक्सप्लोरर प्रथम ने इस बात की सूचना दी कि कास्मिक किरणों की गतिविधि में तेजी से वृद्धि हुई है, जो संभवतः सूर्य के प्रचण्ड तूफान के फलस्वरूप थी। उसके तीन दिन पश्चात् बेहद ठण्ड पड़ी और समुक्तराज्य अमेरिका के पूर्वीय अर्द्ध-भाग पर भारी हिमपात हुआ। कुछ प्रमुख मौसम वैज्ञानिकों ने इससे यह परिणाम निकाला कि घटनाओं का यह क्रम केवल दैवयोग मात्र ही नहीं था। इस तरह की घटनाओं से किसी भी सिद्धान्त का प्रतिपादन करने के लिए यद्यपि अभी और अन्वेषण और निरीक्षण करना शेष है, तथापि इन जलवायु सम्बन्धी परिवर्तनों का मुख्य कारण सूर्य ही समझा जा सकता है।

इसी प्रकार कार्बन-डाइ-ऑक्साइड सिद्धान्त आजकल बहुत महत्व का हो गया है, और केवल समय एवं अन्वेषण ही इसकी सत्यता का निर्णय कर सकता है। जब वृक्षों को काट गिराया जाता है, तब नये शहर बसाने के लिए देहाती भूमि को एकसा किया जाता है तथा जब कारखानों और तेल-शोधक समग्रों को खुले मैदानों में स्थापित किया जाता है तब स्पष्टतः पेड़-पौधों द्वारा ग्रहण की जाने वाली कार्बन-डाइ-ऑक्साइड की मात्रा में कमी हो जाती है तथा ईंधन के प्रयोग से इसकी मात्रा और भी बढ जाती है। कार्बन-डाइ-ऑक्साइड की मात्रा में यह वार्षिक वृद्धि अब छ अरब टन हो गयी है। गणनानुसार यह मात्रा एक शताब्दी में पृथ्वी के तापक्रम में १५ अंश वृद्धि के लिए पर्याप्त है। औद्योगीकरण की यदि वर्तमान रफ्तार जारी रहे तो इस सिद्धान्त द्वारा इस दाव का सुझाव मिलता है कि २०८० के वर्ष तक पृथ्वी का तापक्रम चार अंग बढ जाएगा।

सरलतम शब्दों में कार्बन-डाइ-ऑक्साइड इस परिवर्तन को उन्नी प्रकार से करती है जैसे कि एक पौधा-घर (ग्रीन हाउस) करता है। पौधा घर के दीनों की भाँति सम्पूर्ण वायुमण्डल में उपस्थित कार्बन-डाइ-ऑक्साइड पृथ्वी पर आने वाली सौर ऊर्जा के लिए एकतरफा रास्ता बनाती है। यह गैस सूर्य जैसे चमकीले एवं तप्त पिण्ड से आने वाले विकिरण को सरलता एवं सम्पूर्ण रूप में गुजर जाने देती है, परन्तु पृथ्वी जैसे शीतल पिण्ड से निकलने वाली ऊर्जा को पूर्णतया बाहर नहीं जाने देती, और इस प्रकार पृथ्वी से ताप निकलने में बाधा डालती है। यह कहना कठिन है कि कार्बन-डाइ-ऑक्साइड कितनी प्रभावशाली है, परन्तु वायुमण्डल में इसकी मात्रा मौसम सम्बन्धी परिवर्तन लाती प्रतीत होती है।

यद्यपि यह कहना कठिन है कि कार्बन-डाइ-ऑक्साइड, धूलिकण, मूस, या कोई अन्य अज्ञात कारक, इनमें कौन मौसम का मुख्य नियन्त्रक है, तथापि इसमें कोई सन्देह नहीं कि इन जलवायु गम्बन्धी परिवर्तनों में स्वयं मनुष्य का बड़ा हाथ है। जिन भूमि की घास घुरी तरह चर ली गयी हो उनमें घास वाली भूमि की अपेक्षा कम आर्द्रता होती है। इसी प्रकार जंगल काट लेने में भूमि में नमी कम हो जाती है और सड़को वाली भूमि पर तो आर्द्रता बिल्कुल होती ही नहीं है। हल चगाने में भूमि ऐसी हो जाती है कि उसकी घासी मिट्टी वायु के झोंकों से उड़ायी तथा वर्षों से बहामी जा सकती है अन्यथा उस मिट्टी में कटाव निरोधक पौधे उग सकते हैं। जब सूना पड़ता है तो लापरवाही से जोनी गयी भूमि धीरे-धीरे रेगिस्तान में बदल जाती है। यही घटना मध्य पश्चिमी अमेरिका में पिछले कुछ वर्षों में घटनी रही है। यनाडा और वेनजुएला में भी यही कुछ हो रहा है। दक्षिणी अफ्रीका के कुछ क्षेत्र दत्ते खराब हो चुके हैं कि उन्हें ठीक नहीं किया जा सकता। और चीन तथा भूमध्यसागर के दक्षिणी व पूर्वी तटों के कुछ भागों को इसी प्रकार की हानि हजारों वर्ष पूर्व पट्टच चुकी है।

प्राचीन बैबीलोन, जिसमें कभी भव्य राजकीय भवन, बहुमूल्य कला सग्रह तथा सुप्रसिद्ध हैगिंग गार्डन थे, पहले उपजाऊ क्षेत्र था, और अपनी उन्नति के शिखर के समय ससार भर का धान्यागार कहलाता था। इसके आग-पाम ही कहीं प्रसिद्ध 'स्वर्ग का उद्यान' (गार्डन आफ ईडन) था। भूमि के आरपार देवदार के जंगल फैले हुए थे। निस्सन्देह वह सम्पूर्ण क्षेत्र समृद्ध, हरा-भरा तथा उपजाऊ था। लैबनान में उन प्रसिद्ध जंगलों के अब कुछ अवशेष मिलते हैं। ईरान की खाड़ी में आने वाली हवाएँ तथा अन्य हवाएँ अब केवल शुष्क रेत को ही इधर-उधर उड़ाती हैं। इन सब का उत्तरदायित्व मनुष्य द्वारा वृक्षां की अन्धाधुंध कटाई तथा भूमि पर पशुओं की अधिक चराई पर है। यह देखना है कि क्या कभी इस भूमि को फिर से उपजाऊ बनाने के यत्न किए जायेंगे। यदि पर्याप्त समय तक पर्याप्त यत्न तथा धन का व्यय किया जाय तो ऐसा होना निश्चित ही है।

तेरहवां अध्याय दूषित वायु

एक औसत व्यक्ति एक दिन में पीने तीन पौण्ड भोजन खाता है, साढ़े चार पौण्ड पानी पीता है। परन्तु वायु की मात्रा जो कि वह श्वाम द्वारा अपने अन्दर लेता है, इससे कहीं अधिक होती है, और वह है बीस पौण्ड। सदिग्ध भोजन को मनुष्य खाने से इंकार कर सकता है। और इसी प्रकार सन्देह वाले जल को भी पीने से मना कर सकता है, परन्तु जहाँ तक वायु का संबंध है, उसे सास लेना ही है चाहे वायु कैसी ही क्यों न हो, दूषित ही हो और स्वास्थ्य के लिए हानिकारक हो या जीवन के लिए खतरनाक ही क्यों न हो। दुर्भाग्यवश आधुनिक औद्योगीकृत समाज ने अमेरिका की लगभग आधी जनता को और इसी प्रकार अन्य देशों की जनता के बड़े भाग को ऐसे वातावरण में श्वास लेने के लिए बाध्य कर दिया है, जो कुछ सीमा तक विभिन्न प्रकार के कारखानों, प्रोसेसिंग संयंत्रों, ताप उत्पादक भट्टियों तथा भस्मित्रों (इन्सिनरेटो) के धुओं, धूलिकणों, रासायनिक धुओं, एव मोटर गाड़ियों के धुओं से दूषित कर दिया गया है। इस प्रकार वायु सन्दूषण एक सामाजिक बुराई हो गई है, जिसके बड़े व्यापक दुष्परिणाम हैं, परन्तु यह सन्दूषण संभवतः एक और बड़े महाविनाश का प्रारम्भ ही है। परमाणु तथा नाभिक (न्यूक्लीयर) अस्त्रों से उत्पन्न वायुवाहित दूषित पदार्थ, पृथ्वी को एक घंटे के अल्प समय में ही घातक बादलों से आच्छादित कर सकते हैं। इसी प्रकार भयानक और पहले प्रयुक्त न की गई शुद्ध गैसें तथा हानिकारक कीटाणुओं के भंडार रोग एव मृत्यु के जनक हो सकते हैं। अब यह अनुभव करने और समझने का वक्त आ गया है कि हम सब एक ही वायु के महानगर में रहते हैं और उसी से ही अपना भरण-पोषण करते हैं। यदि हम वायु-दूषण की सीमा का उत्लघन कर जाते हैं तो इसका परिणाम सम्पूर्ण नाश ही होगा।

सामान्य रासायनिक घटकों से युक्त शुद्ध वायु, तो अब केवल पर्वतों की चोटियों या महासागर के मध्य में ही मिल सकती है। वहाँ पर भी इस परमाणु युग का प्रारम्भ हो जाने के बाद से उस तरह का वायुमण्डल नहीं मिलता जिसमें मनुष्य ने अनेक पीढ़ियों से अनुकूलन किया है। यह बात निश्चित है कि जिस वायु को सामान्य वायु समझा जाता था, वह कुछ न कुछ अंश में दूषित कर दी गयी है और भविष्य में भी कभी भी वह शुद्ध रूप में प्राप्त नहीं हो सकेगी। जैसा कि

दूषित वायु

पाटी पर एक छत सी छा गयी थी। इस प्रकार से घिरी हुई सल्फर डाइऑक्साइड ने वायु की आवश्यकता के साथ क्रिया करके सल्फर-ट्राइऑक्साइड गैस बनायी। यह सल्फर-ट्राइऑक्साइड वायु में उपस्थित आद्रता के साथ संयोग करके सल्फ्यूरिक अम्ल में परिवर्तित हो गयी। यह सल्फ्यूरिक अम्ल कोहरे की कणिकाओं पर तथा धूल और धूलिकाओं पर जमा हो गया। इसने वहाँ के व्यक्तियों के फेफड़ों को प्रभावित किया जिसके कारण व्यक्तियों को बमन भी हुआ और बहुत से व्यक्तियों की हृदय-गति रुक जाने में मृत्यु हो गयी।

लन्दन शहर की वायु लम्बे समय से दूषित रही है। ईस्वी १९५२ में इस शहर की वायु खास तौर पर विपाकत हो गयी। लगभग १९१३ ईस्वी में राजा एडवर्ड प्रथम ने यह घोषणा करना आवश्यक समझा कि कोई व्यक्ति लन्दन में सी कोल (जो उस समय पत्थर के कोयले का नाम था) नहीं जला सकता। एक शिल्पी को इस बानून के अन्तर्गत बन्दी ही नहीं बनाया गया बल्कि उस पर मुकदमा चलाकर उसे फाँसी भी दी गयी। इसके बावजूद यह आज्ञा निरन्तर शिथिल होती गयी और महारानी एलिजाबेथ प्रथम के समय में केवल संसद् के अधिवेशन के दिनों में ही इसका पालन किया जाता था, यद्यपि महारानी इस कोयले के धुएँ और दुर्गन्ध से बहुत परेशान थी। हमारे पदचात् १९६१ ईस्वी में लेखक और सरकारी अफसर जान इवेलिन ने इस बात का बहुत विरोध किया। उनके कथनानुसार खासी, जुकाम, श्वस इत्यादि फुफ्फुस की बीमारियाँ अकेले शहर में इतनी हैं जितनी कि संभवतः शेष सारे संसार में मिलाकर नहीं थी। इसके बावजूद कोहरे अनेक बार लन्दन शहर में भिन्न-भिन्न वर्षों में छाये। इतना होने पर भी लन्दन शहर १९५२ के “महान् कोहरे” के लिए तैयार नहीं था।

४ दिसम्बर, बृहस्पतिवार, मध्याह्नोत्तर के समय में एक कोहरा प्रारम्भ हुआ, जो इंग्लैण्ड में छा जाने वाले अन्य कोहरों की तरह था। अगले दिन शुक्रवार की प्रातः तक कोई भी व्यक्ति कठिनाई से अपने पैर ही देख पाता था। इस अन्धेरे में सड़क के किनारे टटोलकर चलते हुए पाम से गुजरने वाले व्यक्तियों के चेहरे कठिनाई में ही पहचाने जाने थे और कभी-कभी तो लोग आपस में टकरा भी जाते थे। यातायात बहुत धीरे-धीरे हो गया था। गाड़ियों के ड्राइवरो को सकेत देने के लिए आवाज लगाती पड़ती थी। जैसे-जैसे दिन बीतता गया और घरो तथा कारखानों में जलाये जा रहे गत्तर हजार टन कोयले में बना धुआँ वायुमण्डल में मिलता गया, कोहरा गाढ़ होना लगा और उसका रंग मीले मफेद रंग से भूरे रंग में और फिर काले रंग में परिवर्तित हो गया। प्रत्येक व्यक्ति ने रातना प्रारम्भ कर दिया। मोगम की भविष्यवाणी करने वाले कोई भी गूचना देने में असमर्थ थे। उसका कारण यह था कि न तो कोई वायु थी और न ही हवा चलने का कोई मनेन था। अधिक ऊपर की वायु भी ऊपर में थी, अतः उन कोहरे की तरह में कुछ गर्म हो थी, जो हम घुटने का कारण बना

हुआ था। संक्षेप में कहा जा सकता है कि लन्दन की अवस्था ठीक उसी प्रकार की थी जैसी कि पूर्व-वर्णित भूयुस घाटी तथा डोनोला की।

शनिवार के दिन बहुत से व्यक्तियों की अवस्था सकटमय हो गई। ऐसे व्यक्ति जिन पर खासी, जुकाम, दमा इत्यादि श्वास-प्रणाली के रोगों का प्रभाव शीघ्र हो जाता था, मुश्किल से साँस ले पा रहे थे। उनके फेफड़ों में जलन थी, हृदय की गति तेज थी। चिकित्सक यातायात की सुविधा न होने के कारण अपने रोगियों को देखने नहीं जा सकते थे और टेलीफोन पर ही उनको सुझाव दे सकते थे कि वे यदि संभव हो तो आक्सीजन टैंट का प्रयोग करें। रविवार की प्रातः तक ग्यारह इंच तक भी देख सकता कठिन हो गया। इस प्रकार कोई भी व्यक्ति अपने चेहरे के आगे धामे हाथ को भी नहीं देख पाता था। गोदियों के आसपास के लोग चलते समय रास्ता न देख सकने के कारण समुद्र में ही गिर जाते थे और उनमें से कई डूब भी गये। अनेक व्यक्ति इस प्रकार रास्ता भूल गये। इस परेशानी में वे भूमि पर वहीं के वहीं बैठ गये तथा ठण्ड के कारण मर गये।

सोमवार के दिन यह गहरा कोहरा (स्माग) कुछ उठा और फिर बैठ गया। और उसके पश्चात् धीरे-धीरे समाप्त हो गया। लन्दन निवासियों की इस दुर्घटना में बहुत हानि हुई। यद्यपि लन्दन में उस समय सामान्य मृत्यु दर दो हजार व्यक्ति प्रति सप्ताह थी, तथापि उस स्माग वाले सप्ताह में चार हजार सात सौ तीन व्यक्तियों की मृत्यु हुई और उसके अगले सप्ताह तीन हजार एक सौ अठ्ठासी व्यक्तियों की। मृत्यु सख्या में यह वृद्धि १८८६ ईस्वी में लन्दन में फैले हैजे की साप्ताहिक मृत्यु सख्या से भी अधिक थी। सम्पूर्ण रूप से चिकित्सा विभाग के सांस्थिकीविदों की गणनानुसार "स्माग" कम से कम चार हजार व्यक्तियों की मृत्यु के लिए उत्तरदायी था। इसके अतिरिक्त नगर में धूलि तथा कालिख की तह प्रत्येक वस्तु पर जमी हुई दिखाई देती थी। फर्नीचर तथा दीवारों पर काली लेसदार वस्तु की तह जम गई थी। पर्दे तथा अन्य बाहर पड़े हुए कपड़े सफाई करते समय टुकड़े-टुकड़े हो जाते थे।

लन्दन के इस "स्माग" का प्रभाव बच्चों, बूढ़ों तथा उन व्यक्तियों पर विशेष रूप से पड़ा जोकि दीर्घकाल से श्वास-प्रणाली के रोगों या हृदय-रोगों से पीड़ित थे। मृतकों में से ६० प्रतिशत पैंतालीस वर्ष की आयु से अधिक के थे तथा सत्तर प्रतिशत पैंसठ से भी अधिक के। दूषित वायु हमारे कपड़े लत्ते, हमारी त्वचा एवं हमारे फेफड़ों पर प्रभाव डालती है। इसके द्वारा घातुएँ सक्षारित हो जाती है। रग-रोगन पपड़ी बनकर उत्तरने लगते हैं और पेड़-गोधे बढ नहीं पाते तथा काले हो जाते हैं। यह स्माग वायुमण्डल को स्पष्ट व शुद्ध करने वाले सूर्य के प्रकाश को पृथ्वी पर पहुँचने से रोकता है। इसमें रोगाणु बढ़ते हैं और यह हमारे शरीर की प्रतिरोध शक्ति को कम कर देता है। संक्षेप में वायु का सद्दूषित होना हमारी जीवन शक्ति को विभिन्न प्रकार से कम करता है।

यद्यपि सद्दूषित करने वाली वस्तुओं की उपस्थित मात्रा कुछ ही उदाहरणों में

पान न करने वाले एक किसान की अपेक्षा फुफ्फुस कन्सर हो जाने की संभावना एक सौ बीस गुना अधिक होती है ।

इस विनाशकारी वायुमण्डल का प्रभाव फार्म पर रहने वाले जानवरों पर मनुष्य से भी अधिक होता है । ये जीव-जन्तु केवल दूषित वायु में श्वसन ही नहीं करते, अपितु उससे संदूषित किये गये घास-पात को भी खाते हैं । जबकि आठ घण्टे की अवधि में वायु के प्रति दस लाख आयतनों में मनुष्य के लिए अहानिकारक फ्लोराइड की मात्रा की सीमा तीन भाग तक है वहाँ पशुओं पर इसका विपरीत प्रभाव एक अरब भाग वायु में कुछ भाग फ्लोराइड होने पर ही हो जाता है, क्योंकि पशुओं के चारे पर भी इन विपरीत वस्तुओं की पर्याप्त मात्रा जम जाती है । जानवरों पर विपरीत प्रभाव के उदाहरण प्रायः ईंट के भट्टों के समीप तथा एल्यूमीनियम और फास्फेट उर्वरकों के कारखानों एवं इस्पात के कारखानों के आम-पास अधिक दृष्टिगोचर होते हैं ।

वायु के सद्दूषित हो जाने से आर्थिक हानि भी अपरिमित होती है, यद्यपि निश्चित स्तर पर यह बताना कि केवल इस कारण से कितनी हानि हुई है, असम्भव है, क्योंकि ऐसी हानियों को अन्य प्रकार की हानियों से पृथक् नहीं किया जा सकता । एक दशक की बात है कि अमेरिकी भूगर्भ सर्वेक्षण से विदित हुआ था कि अकेले धुएँ से ही विभिन्न प्रकार की वस्तुओं तथा भवनों को हुई हानि आधा अरब डालर वार्षिक तक पहुँच गई थी । स्मॉग, धुएँ आदि के कारण एयरलाइन्स कम्पनियों को अपनी उड़ान रद्द कर देने की वजह से ही हर मास हजारों डालर की हानि हो जाती है । स्मॉग की वजह से ठीक प्रकार से दिखाई न दे सकने के कारण, मोटर गाड़ियों की अनेक दुर्घटनाएँ होती हैं । लोहे पर जग लगने की क्रिया भी साधारण नगरों की अपेक्षा औद्योगिक शहरों में तीन गुना अधिक होती है । इसके अतिरिक्त अन्य धातुओं की बनी वस्तुएँ भी देहात की अपेक्षा ऐसे शहरों में अधिक क्षतिग्रस्त होती हैं । लकड़ी, रूई तथा चमड़ा और उन वस्तुओं से बने अन्य समान भी सद्दूषित वायु में शीघ्र ही सड़ाव हो जाते हैं । इसका कारण वायुमण्डल में उपस्थित अम्लीय धुआँ होता है । इस प्रकार से सद्दूषित वायुमण्डल के अम्लीय घटक वालू पत्थर, चूने के पत्थर, और सीमेन्ट इत्यादि पर आक्रमण करते हैं । अन्त में ये पत्थर क्षतिग्रस्त हो जाते हैं और उनकी पपड़ियाँ उतरने लगती हैं । इस कारण १९३० ईस्वी के अनुमानों के अनुसार इंग्लैंड में २५ लाख पौण्ड प्रति वर्ष की हानि केवल भवन सम्पत्ति में ही होती है । अन्त में यह जान लेना भी आवश्यक है कि वादल बनाने तथा वर्षा आरम्भ करने की क्रिया में सद्दूषित वायु और शुद्ध हवा के जरिये बहुत फर्क पड़ सकता है । फिर भी निश्चित रूप से नहीं कहा जा सकता कि मौसम सम्बन्धी प्रक्रियाओं पर इसका क्या प्रभाव होगा ।

यद्यपि आज हमारा बहुत-सा समय तथा प्रयत्न वायु को सद्दूषण करने वाले पदार्थों, जिनमें धुआँ भी शामिल है, को हटाने में लग रहा है, तथापि यह अकल्पनीय नहीं है कि कोई ऐसा दिन भी आ सकता है जबकि धुआँ हमारे लिये एक वरदान सिद्ध हो । उस समय नगरों के ऊपर वायुमण्डल में स्वेच्छा से धुएँ के घने वादल बनाकर

फैलाये जायेंगे। न्यूक्लीयर आक्रमण के समय धुआं सम्भावित हानि को कुछ रोक सकेगा। यद्यपि ऐसे काले दिन का विचार करते ही दिल कांप उठता है फिर भी मृत्यु यही है कि ऐसा दिन सम्भव है। यदि वायुमण्डल स्वच्छ हो तो न्यूक्लीयर अथवा परमाणु विस्फोट से घातक तीव्रता के साथ आने वाला तापीय विकिरण घमाके के क्षेत्र से परे पहुंच जाता है। परन्तु यह विकिरण अपारदर्शी पदार्थों में से पार नहीं जा सकता है। इस प्रकार गहरा धुआं विस्फोट के तापीय विकिरण द्वारा उत्पन्न होने वाली आग को सीमित कर देगा। परन्तु यह ध्यान रहे कि यह धुआं किसी भी तरह से विस्फोट या रेडियो एक्टिवता से हमारी रक्षा नहीं कर सकेगा। नगरों पर थर्मो-न्यूक्लीयर बमों के द्वारा किये जाने वाले आक्रमण से घातक आघात पहुंचेगा। विस्फोट और आग के पश्चात् नगर इस्पात के मुड़े-तुड़े टुकड़ों और चूने-गारे व मिट्टी के ढेर में बदल जायेगा, जैसे कि वह गस्ते का बना हुआ था। क्षणों में ही भरपूर आक्रमण से हजारों लाखों व्यक्तियों की मृत्यु हो सकती है। यह विपत्ति और कष्ट केवल उन नगरों तक ही सीमित नहीं होंगे, जिन्हें लक्ष्य बनाया गया होगा। बल्कि दूर-दूर तक इसका प्रभाव होगा। ऐसे विस्फोट से रेडियो एक्टिव धूलि हवाओं द्वारा सैकड़ों मीलों तक पहुंच जायेगी। यह अत्युक्ति नहीं है कि रेडियो एक्टिव विप संचार द्वारा होने वाले महाविनाश का भय सम्पूर्ण मानव जाति के लिए है। एनीबीटोक जोहानीजबर्ग से बहुत दूर है और इसी प्रकार साइबेरिया और सिकोका भी एक दूसरे से बहुत दूर हैं; परन्तु एक स्थान पर वायवीय गड़बड़ का प्रभाव हवाओं के द्वारा दूसरे स्थानों पर भी अन्ततः पड़ता है।

आजकल के न्यूक्लीयर बमों के परीक्षण ही वायुवाहित कृत्रिम रेडियो एक्टिवता के प्रमुख स्रोत हैं। व्यापक पूर्वोपायों को देखते हुए पता चलता है कि यदि न्यूक्लीयर युद्ध छिड़ जाय तो कितना सर्वव्यापक विनाश इस सम्पूर्ण पृथ्वी पर होगा। एक महान् थर्मो-न्यूक्लीयर विस्फोट प्रथम मार्च १९५४ ईस्वी को प्रातः ६ बज कर १२ मिनट पर प्रशान्त महासागर में किया गया था। इसने एक टापू का सहस्र-नहस कर दिया एवं साथ ही साथ उसने एक वैज्ञानिक संकल्पना को भी खत्म कर दिया। पहले लोगों का विचार था कि रेडियो एक्टिविटी का खतरा न्यूक्लीयर विस्फोट स्थल के पास तक ही सीमित रहता है। परन्तु इसके पश्चात् पता चला कि रेडियोएक्टिव धूलि की भयानक मात्राएँ हजारों वर्गमील के क्षेत्र में फैल जाती हैं। उस सम्पूर्ण क्षेत्र में निवास करने वाले लोगों पर इसका हानिकारक प्रभाव हुआ : "तकी इंगन" नामक जापानी मछुआ-जहाज के मछुए, मौसम संबंधी अध्ययन करने वाले प्रेसक, शिकनी के आस-पास के टापुओं में रहने वाले आदिवासी तथा मासॉल टापू के निवासी सभी उसके शिकार हुए।

जापानी मछुओं को ऐसा प्रतीत हुआ जैसे कि दूसरा ही सूर्य उदय हो रहा हो। वे इस विस्फोट को देखकर बहुत भयभीत हुए। इसके छः मिनट बाद, और इसी कारण विस्फोट से सत्तर मील की दूरी पर एक तीव्र गरज की आवाज

लगभग दो घंटों में बहुत बारीक, सफेद हल्की-सी बर्फ की तरह की राख उस मछुआ-जहाज पर गिरने लगी। जहाजियों की आंखों पर पहले-पहल इसका प्रभाव हुआ और फिर त्वचा पर खुजली एवं जलन होने लगी। इससे पहले कि उन लोगों की कुछ चिकित्सा हो, “नकी डूंगन” तुरन्त जापान को चल दिया। वहां पट्टव कर एक मछुए की तो मृत्यु हो गई और शेष बाईस जहाजियों को चिकित्सालय में प्रविष्ट कराना पड़ा। ये सब विभिन्न प्रकार के रोगों से ग्रस्त हो गये थे।

उक्त प्रकार से गिरने बानी धूल में जिनने प्रशान्तमहासागर में लोगों को हानि पहुंचाई, मिट्टी, धमाके के साथ उड़ कर गया जल, गर्मी से वाष्पीकृत बम के हिस्से तथा वायवीय गैसों से बने यौगिक शामिल होने हैं। वायुवाहित इस धूल का मलवा धीरे-धीरे सूक्ष्म कणों के रूप में पृथ्वी पर गिरता है, जबकि सबसे अधिक घातक सद्गुण विस्फोट के पास होता है।

समुक्त राज्य अमेरिका, रूस तथा ब्रिटेन द्वारा पहले-पहल किये गए लगभग एक सौ न्यूक्लीयर बमों के विस्फोट से लगभग एक टन रेडियोएक्टिव धूल वायुमण्डल में उड़ा दी गयी थी। यद्यपि यह मात्रा बहुत थोड़ी प्रतीत होती है, फिर भी यह सम्भवतः हमारी सबसे अधिक विषैली औद्योगिक गैस क्लोरीन के समान भार से एक अरब गुना अधिक घातक है। इस समय भी वायुमण्डल के स्ट्रैटोस्फियर में कम से कम चालीस पौण्ड रेडियोएक्टिव स्ट्रोंशियम उपस्थित है, जो कि सुपरबम परीक्षणों द्वारा वायुमण्डल में जा मिला है। यह स्ट्रोंशियम (स्ट्रोंशियम ६०) सम्भवतः परमाणुओं के विघटन में उत्पन्न होने वाले सभी रेडियो एक्टिव पदार्थों से अधिक भयानक है। रासायनिक दृष्टि से कैल्शियम के समान होने के कारण, वनस्पतियाँ कैल्शियम के स्थान पर स्ट्रोंशियम को भी ग्रहण कर लेती हैं। और यह स्ट्रोंशियम जानवरों और मनुष्यों की हड्डियों में पड़च जाता है, क्योंकि ये वनस्पतियाँ उनके भोजन रूप में प्रयुक्त होती हैं। हम सबसे इसकी इतनी मात्रा तो एकत्रित हो भी चुकी है कि उसकी उपस्थिति परीक्षण द्वारा मिट्टी की जा सकती है।

यदि वायुमण्डल में उपस्थित यह स्ट्रोंशियम सम्पूर्ण रूप में पृथ्वी के निवासियों तक पहुंच जाये तो यह मात्रा कैंसर और ल्यूकेमिया (अतिस्वेतरक्तता) आदि कष्टदायक रोगों के द्वारा हम सबको धीरे-धीरे मारने के लिए बहुत काफी होगी। यह स्ट्रोंशियम तथा अन्य रेडियोएक्टिव द्रव्य वर्तमान सान्द्रता में वास्तव में धीरे-धीरे मारे संसार में ही फैल जायेंगे, जहाकि इनका प्रभाव आगडों द्वारा सम्भवतः नहीं पहचाना जा सकेगा। इतना होते हुए भी बहुत कम व्यक्ति ऐसे हैं जिन्हें इस बात में सन्देह है कि रेडियो एक्टिविटी अल्प कैंसर, ल्यूकेमिया तथा ऐसे ही अन्य रोगों के कारण बन सकती है। आनुवंशिकी विशेषज्ञ इस बात में विश्वास रखते हैं कि इस रेडियो एक्टिविटी की वजह से उत्परिवर्तन में वृद्धि अनिवार्य है, कोमल कोशिका की वृद्धि तथा पुनर्जनन की प्रक्रिया में परिवर्तन होगा, जिसके फलस्वरूप उत्पन्न होने वाला जिशु माता-पिता की पूर्ण प्रतिरूप नहीं होगा जबकि अधिकांश उत्परिवर्तन मामूली ही होते हैं जिनके

परिणामस्वरूप मनुष्यों में रोगों की मुकाबला करने की शक्ति क्षीण हो जाती है, और आयु भी कम हो जाती है, परन्तु आगे आने वाली पीढ़ियों में तीव्र उत्परिवर्तन भी सम्भव है, जैसे कि शिशु के दो सिरों का होना, अन्यथा टेढ़े-मेढ़े शरीरों का बन जाना। किसी विशेष व्यक्ति पर इन विकिरणों का प्रभाव विभिन्न प्रकार के अन्य खतरों से कहीं कम होता है। परन्तु यह सत्य है कि यदि सम्पूर्ण ससार की जनसंख्या के एक प्रतिशत के किसी अंश पर भी ये प्रभाव हो जायें, तो भी हजारों-लाखों व्यक्ति इससे पीड़ित होंगे। जैसी गणना की गई है, कि कृत्रिम विधियों से उत्पन्न हुई रेडियो-एक्टिविटी ने ससार भर के मनुष्यों की आयु में केवल दो दिन की ही कमी की है। ऐसी स्थिति में यदि कुछ ऐसे लोग हों जिन पर रेडियो एक्टिविटी का कोई प्रभाव न पड़े, तब दूसरी तरफ कुछ मनुष्यों की आयु कई वर्ष कम हो जायगी। तभी जाकर वह औसत कायम रह सकती है।

कुछ जीव जन्तुओं, वनस्पतियों और हमारे मानव शरीर के अंगों में विशिष्ट रेडियोएक्टिवता वाले तत्त्व जमा हो सकने के गुण के कारण रेडियोएक्टिवता के सम्भावित खतरे का पता चल सकता है, जो संसार में पहले ही फैली हुई है। रेडियो-आयोडीन तथा स्ट्रोशियम, जैसाकि ऊपर बताया जा चुका है, क्रमशः थायरॉइड ग्रन्थियों और हड्डियों में जमा हो जाते हैं। हमारी आंखें, ताम्र को, हमारे वृक्क रूथीनीयम को, हमारा यकृत चांदी को और हमारी प्लीहा (तिल्ली) पोलोनियम को जमा कर सकती है। रेडियोएक्टिवता वाला कोबाल्ट कुछ प्रकार के घोंघों द्वारा अत्यधिक मात्रा तक जमा किया जा सकता है। कई प्रकार के समुद्री प्राणी रेडियोएक्टिवता वाले वैनेडियम जमा करने में अत्यन्त निपुण हैं। चाय का पौधा साधारण मैंगनीज तत्त्व को मासानी से ग्रहण कर लेता है और सम्भवतः रेडियोएक्टिवता वाले मैंगनीज भी ग्रहण कर सकेगा, ऐसे अनेक उदाहरण और भी हो सकते हैं, जिनके अन्दर इन तत्त्वों को ग्रहण करने और जमा करने की बहुत शक्ति हो और जैसे-जैसे कि ससार में रेडियो एक्टिवता बढ़ती जायेगी ऐसे सुग्राहकों की निरन्तर खोज करनी आवश्यक हो जायेगी।

यद्यपि हमारे ज्ञान में बहुत-सी त्रुटियाँ हैं तथापि बहुत दृष्टियों से रेडियो एक्टिवता का रासायनिक संदूषण की अपेक्षा अधिक अच्छी तरह से अध्ययन किया गया है। परमाणविक विघटन के आविष्कार के लगभग अर्ध शताब्दी पूर्व से ही प्राकृतिक रेडियो एक्टिवता, एक्स किरणों तथा कासमिक किरणों का अध्ययन किया जा रहा है। इस दिशा में किये गये उच्च स्तरीय के अध्ययनों के फलस्वरूप वैज्ञानिक सम्भवतः इस योग्य हो सकेंगे कि परमाणविक शक्ति का बिना विकिरण के भय के प्रयोग हो सके। परन्तु यह तभी हो सकता है जबकि विचारशील और अपने उत्तर-दायित्व को अनुभव करने वाले राजनीतिज्ञ युद्धजन्य रेडियो एक्टिवता के महाविध्वंस से ससार को मुक्त रख सकें।

यह दुर्भाग्य का विषय है कि यदि अन्तर्राष्ट्रीय समझौते परमाणविक हथियारों पर प्रतिबन्ध लगा भी दें, तो भी अन्य घातक धातुवाहित विष, जैसे नव गैस

तथा रोगाणु शेष रह ही जाते हैं। यद्यपि इन विषो के नियन्त्रण की दिशा में अभी तक कोई पग नहीं उठाया गया है, तो भी यह कहा जा सकता है कि यदि नियन्त्रण हुए भी तो इनको भी अमल में लाना बहुत कठिन होगा। इस श्रेणी के विषों का पता लगाना कठिन है, और ये लघु औद्योगिक सस्थानों में भी बनाए जा सकते हैं, शायद उन प्रयोगशालाओं में भी जिन्हें अनुसन्धानशाला का नाम दिया जाता है। जबकि न्यूक्लीयर हथियार कारखानों, भवनों तथा किसी भी क्षेत्र में उपस्थित सम्पूर्ण सम्पत्ति को नष्ट कर सकते हैं, ये विचित्र प्रकार के विष बिना सम्पत्ति को हानि पहुंचाये लोगों को या तो मार डालते हैं या उनको अक्षम बना देते हैं। मनोरासायनिक पदार्थ भी बनाये जा सकते हैं, जोकि लोगों के आचरण को ही बदल दें, और इस प्रकार किसी क्षेत्र की जनसंख्या को अस्थाई रूप से पागल बना दें, जिसका लाभ शत्रु पूरा उठा सकता है क्योंकि मानव को जैसे भी हथियार उपलब्ध होते गये वह निर्भय होकर उनको काम में लाने में क्षमकता नहीं है। ऐसी अवस्था में यह कल्पना करना मूर्खता है कि मानव मैमों और रोगाणुओं को युद्ध में प्रयुक्त नहीं करेगा। सैनिक लोग इन नवीन हथियारों के प्रयोग की सम्भावना को कम महत्व नहीं देते।

इस प्रकार से मानव जिस मार्ग पर चल रहा है अवश्य ही वह उसे विध्वंस की ओर ले जा सकता है। वायवीय कैंसर तथा व्यापक रोगों की उग्रता उसको तब तक भयभीत किये रहेगी जब तक कि वह अन्तर्राष्ट्रीय समस्याओं को शान्तिपूर्ण तरीकों से सुलझाना सीख नहीं जाता। इसी प्रकार उस वायुमण्डल का सङ्कपन भी रोकना होगा, जो अब भी हमारी शक्ति को क्षीण कर रहा है, और हमारे जीवन के सुख को कम कर रहा है। जैसे हमने शुद्ध भोजन और पेय की आवश्यकता को समझ लिया है, उसी प्रकार से हमें स्वच्छ वायु की कीमत भी समझनी होगी। अपने नगरों में गन्दे पानी की नालियों को हम अब ऊपर से खुला नहीं रहने देते, इसी प्रकार से वायु को विकृत करने वाली वस्तुओं को वायुमण्डल में छोड़ा जाना भी असह्य बनाना होगा।

चौदहवां अध्याय ऊपर का नया विश्व

लगभग पचास वर्ष पूर्व मनुष्य अपने पहले वायुयान में केवल कुछ फुट ही ऊपर उठने के योग्य था। अब वह पृथ्वी के चारों ओर अन्तरिक्ष कैम्पूल में बठकर कक्षा में चक्कर लगाता है और चन्द्रमा तक की यात्राओं की योजनाएँ बना रहा है। यद्यपि उसके ऊँचे सपनों ने अपने ऊपर के अज्ञात संसार के विषय में ज्ञान प्राप्त करने की प्रेरणा दी है, तथापि राष्ट्रीय सुरक्षा तथा सैनिक आवश्यकता की यह माँग है कि मनुष्य खोज में निरन्तर प्रगति करता जाय और आगे आने वाले सभी आश्चर्यजनक परिवर्तनों का जमकर सामना करे।

अन्तरिक्ष यात्रा के इन दिनों में हमारे ऊपर के आकाश के विषय में हमारे बहुत से विचार बदल चुके हैं। अब आकाश हमारे सिर पर केवल एक मुन्दर नीले रंग का आच्छादन मात्र नहीं है, चन्द्रमा और तारे केवल इसलिये नहीं हैं कि वे आकाश को मुन्दर बनायें और उनमें कवि लोग प्रेरणाएँ प्राप्त करें। हम जानते हैं कि पृथ्वी इस ब्रह्माण्ड का केन्द्र नहीं है, परन्तु उन नौ ग्रहों में से एक है जो कि अन्तरिक्ष के विशाल अनन्त महासागरो में एक बिन्दु के चारों ओर चक्कर लगा रहे हैं। इस अन्तरिक्ष के महासागरों में उत्तर, पूर्व, पश्चिम तथा दक्षिण दिशा नाम की कोई वस्तु नहीं है, दिशाएँ सीधे ही बदलती रहती हैं और गति का वेग इतना अधिक है कि बिस्वाम नहीं क्रिया जा सकता। यात्रा का समय घटो के स्थान पर महीनो और सालों में मापा जाता है।

अन्तरिक्ष में तथा कक्षा में यात्राएँ इस बात की सूचक हैं कि मनुष्य पृथ्वी के इस वायुमण्डल के दूर परे यात्रा कर सकता है और कार्य भी सुगमता से कर सकता है। परन्तु फिर भी यह बात सत्य ही है कि मनुष्य अपनी इस सुरक्षित ढाल के बाहर ब्रमा ही है जैसा कि पानी के बाहर एक मछली। महासागरो के कुछ बड़े जानवरों को पृथ्वी के स्थलीय भाग पर रहना सीखने में १० करोड़ वर्षों में अधिक लग गये थे। सम्भवतः अन्तरिक्ष में रहना सीखने के लिये भी मनुष्य को भी उतने ही समय की अपेक्षा रहनी, यदि उसमें बुद्धि और तर्क शक्ति न होती जिसका जानवरों में अभाव होता है।

बहुत-सी समस्याएँ, जिनके बारे में मनुष्य समझता था कि उन्हें हल करने के कई शताब्दियाँ लगेंगी, बहुत ही आश्चर्यजनक ढंग से थोड़े ही समय में हल कर

गई है। विज्ञान की विभिन्न शाखाओं ने सम्मिलित रूप से यत्न करके ही अन्तरिक्ष-यात्रा के लिए समुचित परिस्थितियों का निर्माण किया है। यद्यपि दस क्षेत्र में तेजी से प्रगति १९५७ ईस्वी में ही प्रारम्भ हुई जबकि समार का पहला उपग्रह छोड़ा गया था, फिर भी उससे पहले भी पृथ्वी के वायुमण्डल में बहुत सी उड़ानें तथा परीक्षण किये गये थे, जिन्होंने हमें नये विशाल विश्व के बारे में महत्वपूर्ण और बहुमूल्य जानकारी दी।

पृथ्वी के वायुमण्डल से दूर मनुष्य अपनी रक्षा की विशेष व्यवस्था के बिना जीवित नहीं रह सकता। उसके जीने के लिये यह आवश्यक है कि वह स्वाम द्वारा 'ऑक्सीजन' अपने शरीर में ग्रहण करे और "कार्बन-डाइ ऑक्साइड" का त्याग करे। यह प्रक्रिया तभी हो सकती है जब कि वायु का दाब इतना अधिक हो कि वह हमारे फुफ्फुस में ऑक्सीजन को भेज सके और कार्बन-डाइ-ऑक्साइड तथा जल वाष्पों को बाहर निकाल सके। सात हजार फुट की ऊँचाई से कम ऊँचाई पर वायु इस प्रक्रिया के लिये पर्याप्त रूप से उपयुक्त होनी है, परन्तु पहाड़ों की उच्च चोटियों पर मनुष्य ऑक्सीजन की कमी के कारण अपने को कुछ अस्वस्थ अनुभव करता है। दस हजार फुट की ऊँचाई पर यह ऑक्सीजन की कमी पुटों में कुछ दुर्बलता उत्पन्न कर देती है, चेतना शक्ति को कुछ क्षीण कर देती है तथा मस्तिष्क में एक सशोभ उत्पन्न कर देती है। लगभग सोलह हजार फुट की ऊँचाई पर बिना सुरक्षा के कोई मनुष्य अपने मन को किसी भी कार्य को करने के लिये पूर्णतया अयोग्य पायेगा और उसको बार-बार बेहोशी के दौर उठ सकते हैं—यद्यपि कुछ मानसिक शक्ति वाले पर्वतारोही अपने आपको इस प्रकार से प्रशिक्षित कर लेते हैं कि वे कुछ समय के लिए पच्चीस हजार फुट की ऊँचाई पर भी रह सकते हैं।

इस बिन्दु से परे केवल तीन मिनट में ही चेतना-शक्ति समाप्त हो जाती है और पचास हजार फुट की ऊँचाई पर तो केवल पन्द्रह सेकेंड में ही ऐसा सम्भव है। पृथ्वी से दस मील की ऊँचाई पर एक सुरक्षक कैप्सूल की आवश्यकता होती है, न केवल मस्तिष्क की रक्षा के लिये, अपितु इसलिये भी कि शरीर के अन्दर उपस्थित जल शरीर में ही रहे और वाष्प बन कर शरीर की कोशिकाओं को फाड़ता हुआ बाहर न निकल जाये। यदि जीवन की सामान्य क्रियाएँ अधिक समय तक भली प्रकार चलानी हों तो कैप्सूल में से जलवाष्प तथा अनुपयुक्त वस्तुएँ निरन्तर निकलती रहनी चाहिये। ६३ हजार फुट की ऊँचाई पर मनुष्य तुरन्त मर जाता है, उसके रक्त में उपस्थित जल खोल जायेगा और बुलबुले बन कर बाहर निकलने लगेगा।

वायुमण्डल के अन्दर बहुत ऊँचाई पर विभिन्न प्रकार के अन्य खतरे प्रारम्भ हो जाते हैं। अमुरक्षित मान चालक को किसी अन्य वस्तु से सम्बन्ध होने का संवेद नहीं रहता है। सूर्य का प्रकाश इतना तेज होना है कि यदि वह प्रकाश किसी वस्तु से परा-वर्तित होकर आवे तो वह भी किसी व्यक्ति को अन्धा कर देगा। वस्तुओं की छाया वाली होती है।

सत्तर हजार फुट की ऊँचाई पर वायुमण्डल में इतनी कम ऑक्सीजन होती है कि किसी भी ज्वननशील वस्तु का ज्वलन नहीं हो सकता। इसलिए राकेट्स को अपने लिए ऑक्सीजन साथ ले जानी पड़ती है। उन ऊँचाई से परे वायु में ओजोन को मात्रा अत्यधिक होती है और उसको यान के केबिन को सील करके परे रखना आवश्यक होता है। इसके अनिश्चितता का समिक किरणें एक अन्य मय है। भारी से भारी इसपात को भी वे पार कर जाती हैं क्योंकि उनके परमाणु भारी और आश्चर्यजनक होने हैं। उल्काओं के तरह टुकड़े उन ऊँचाइयों पर आश्चर्यजनक रूप में शक्तिशाली होते हैं, यद्यपि इनमें से अधिकतर इतने छोटे होते हैं कि वे अंतरिक्ष कैप्सूल की दीवारों को पार नहीं कर सकते। बड़े टुकड़े विरतो ही होते हैं।

पृथ्वी के वायुमण्डल के अन्दर ऊँची उड़ानें कुछ ऐसी समस्याएँ उत्पन्न करती हैं, जो वाह्य अंतरिक्ष में उपस्थित नहीं होती। उन ऊँचाई पर उड़ान करने वाले यान का डिजाइन सावधानी से तैयार करने की आवश्यकता है, जिसमें उस ऊँचाई पर चारों ओर की वायु की घनता तह पर नियन्त्रण रखा जा सके। यह प्रत्येक यान की उड़ान में बनती है और उसके साथ ही खिंची चली आती है। वायु की यह घनता तह उच्च वेग पर तरंगित होती या झटका खाती है और मारे यान को हिना देती है। और हम प्रकार गम्भीर कष्टदायक समस्याएँ उत्पन्न कर सकती है। वायुयान के पंखों के पृष्ठ में छिद्र करके अथवा वायु का शोषण करने वाले पदार्थों को प्रयोग में लाकर परीक्षण किये गए हैं, परन्तु पृथ्वी से १२० मील ऊपर जहाँकि मनुष्य ने पृथ्वी के चारों ओर चक्कर लगाए हैं वायु इतनी घनी नहीं होती कि उड़ान पर उक्त प्रभाव डाल सके।

तीन हजार पाँच सौ मील प्रति घण्टे के वेग में चलने वाला राकेट अपने चारों ओर की वायु को दो हजार अंश फारेनहाइट तक गर्म कर देता है। कुछ कम वेग होने पर भी इतनी गर्मी उत्पन्न हो जाती है, जो रबर को पिघलाने के लिए, तेल और पेट्रोल आदि को उबालने के लिए, और धातुओं को मक्खन की तरह नरम करने के लिए पर्याप्त होती है, यह जीने-जागते आदमी को भी भूतने के लिए काफी है।

यान चालक, जिसे कभी शीत से सुरक्षित रखना पड़ना था, अब ताप में उसकी रक्षा करनी पड़ेगी, क्योंकि यान के सामने की वायु एकत्रित होकर गरम भी हो जाती है और यान के पंखों के साथ घर्षण द्वारा आश्चर्यजनक ताप उत्पन्न करती है। आज उच्च उड़ान करने वाले यानों तथा अंतरिक्ष कैप्सूलों के केबिन विशेष रूप से नियन्त्रित किये जाते हैं। यहां तक कि अंतरिक्ष कैप्सूलों में यात्रा करने वाले मनुष्यों के बगड़े भी वातानुकूलित रहने हैं जिसमें ताप असह्य न हो जाय।

अत्यधिक ऊँचाई और उच्च वेग पर यात्रा करने वाले यान चालकों को यान छोड़ने के लिए बाध्य होने पर गम्भीर खतरों से सामना करना पड़ सकता है। उनको एक बन्दूक से निकलने वाली गोली की तरह जोर से बाहर निकालना इस क्रिया में भी उसे घातक तेज वायु और पाम में गुजरते हुए वायुयान में

होगा। पहली व्यक्ति, जो इस भयानक आरोपण में से बचकर निकला वह १६५५ ईस्वी के प्रारम्भ में अमेरिकी को एकापरीक्षणों में भेजा गया यान चालक था। उसका भाग्य ने साध दिया था, परन्तु चिकित्सालय में दर्जनों चिकित्सकों के होते हुए भी, ठीक होने में आधा वर्ष लग गया। वैद्यमयुक्तियों उसके जूते, जुराब, दस्ताने उसके शरीर से उतारकर ले गयीं, यहाँ तक की उसकी अंगूठी भी अंगुली से उतर गयी। शरीर की परीक्षा करने से ऐसा प्रतीत होता था जैसे कि वायु ने अपने तेज प्रहारों से उसे प्रताड़ित किया हो। यद्यपि उसको भयानक चोटें आयी थी उसको आराम आ गया, और उसके अनुभवों से उस सम्बन्ध में आगे अध्ययन करना सम्भव हो गया। पृथ्वी के चारों ओर घूमते हुए कैप्सूल को पृथ्वी पर वापस लाने में कई विशेष समस्याएँ सामने आती हैं। जैसा कि हम उल्काओं के विषय में देख चुके हैं। कोई भी वस्तु पृथ्वी के वायुमण्डल में वापस नीटते हुए शुष्कवाक्यंण द्वारा पृथ्वी की ओर भारी वायु में से निरन्तर बढ़ती हुई गति के कारण जलकर भस्म हो जायगी। कैप्सूल के इस वेग को कम करने के लिए विशिष्ट साधन, जिन्हें "रिट्रोराकेट्स" कहते हैं, यान के उतार के प्रारम्भ में ही छोड़े जाते हैं। चालक ताप से "हीट शील्ड" द्वारा सुरक्षित किया जाता है। जब कैप्सूल नीचे उतरता है, तो "हीट शील्ड" का मुँह नीचे की ओर होता है। और जब वह "हीट शील्ड" वायु के भारी अणुओं के सम्पर्क में आता है तो जल जाता है। इस युक्ति द्वारा शेष कैप्सूल बिना जले सुरक्षित रह जाता है। अपनी अन्तरिक्ष उड़ान के अन्तिम चरण में अमेरिकन अन्तरिक्ष उड़ाके जाह्न ग्लैन ने अपने कैबिन की खिड़की के पास से गुजरते हुए कुछ कमकीले पदार्थ के टुकड़े देते, और कुछ समय के लिए यह विश्वास कर लिया कि 'हीट शील्ड' प्यक् हो रही है, और पृथ्वी पर पहुँचने से पहले ही वह घुद जल जायगा। वस्तुतः वह जलने वाली वस्तु "हीट शील्ड" नहीं थी, बल्कि उसके रिट्रोराकेट्स के भाग थे। इसलिए ग्लैन सुरक्षित पृथ्वी पर उतरा।

चूँकि इस पुस्तक का प्रयोजन पृथ्वी के वायुमण्डल के विषय में वर्णन करना है, इसलिए अन्तरिक्ष उड़ान की परिस्थितियों, समस्याओं और भयों पर, यद्यपि वे मनोरंजक हैं, विचार नहीं किया जायगा। परन्तु यह सत्य ही है कि मनुष्य इस विम्तृत, खाली वाह्य अन्तरिक्ष के विषय में कुछ न जान पाता यदि हमारे ग्रह के चारों ओर के वायुमण्डल के विषय में हम पहले अध्ययन न कर लेते। इसी प्रकार अन्तरिक्ष यात्रा हमें वायुमण्डल के विषय में बहुत कुछ सिखायेगी और जब हम एक बार अन्तरिक्ष में लम्बे समय के लिए रहने के योग्य हो जाएँगे, तो हम आकाश के विषय में ऐसी बहुत-सी बातों का पता लगा सकेंगे, जिनके अध्ययन को हमारे चारों ओर का वायुमण्डल अब तक रोकता रहा है। हम तारों और उल्काओं के विषय में अधिक ज्ञान प्राप्त कर सकेंगे। और विभिन्न मौसमों के कारणों के विषय में हमें जानकारी मिलेगी, जिसकी सहायता से हम ऐसे तूफानों को रोक सकेंगे जो अन्तरिक्ष में होने वाली चीजों के कारण पृथ्वी पर आते हैं। हम अपनी वायु के रसायन शास्त्र के विषय में

ज्ञान प्राप्त कर सकेंगे, हम उन परिवर्तनों को भी जान पायेंगे जो सूर्य का प्रकाश उत्पन्न करता है। यह भी ज्ञात हो जायगा कि पृथ्वी किन विधियों द्वारा ऊर्जा का एकत्रीकरण करती है।

यद्यपि अन्तरिक्ष में खोज और अन्वेषण के सतत प्रयत्नों का कारण अधिकतर सैनिक आवश्यकता है, फिर भी यह संभव है कि विज्ञान के इन क्षेत्रों में आविष्कार किसी दिन युद्धों की समाप्ति का कारण बनें, और संसार के समस्त मानव के मिलकर काम करने में सहायक हों। सब लोगों को इसी वायुमण्डल में आवश्यक रूप में सांस लेना है और प्रत्येक स्थान के मनुष्य अपने सिर पर उपस्थित इस छत में आवश्यक रूप से दिसचस्पी लेते हैं। एक बोटल में बन्द दो घातक कीट यद्यपि परस्पर नोचते और काटते हैं तथापि एक दूसरे को घातक डंक मारने से हिचकते हैं क्योंकि प्रत्येक इस बात को जानता है कि दूसरा कीट भी बदले में वैसा ही डंक मार सकता है। इन कीटों की भांति सब मानव प्राणियों में भी जीवित रहने की सहज प्रवृत्ति है। प्रकृति का अध्ययन तथा नियन्त्रण सब राष्ट्रों की सहायता करता है और उसके लिए सब राष्ट्रों के परस्पर सहयोग की आवश्यकता है। अन्तरिक्ष की विजय एक ऐसा कार्य है जिसके लिए समस्त मानव जाति को परस्पर एक हो जाना चाहिये और सबको मिलजुल कर भावी पीढ़ियों के लिए भरसक यत्न जारी रखने चाहियें।

